FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES

Marais Mode d'emploi • N° 3

Guide méthodologique d'inventaire et de caractérisation des zones humides

"Marais Mode d'emploi"

…une nouvelle collection pour les gestionnaires de zones humides littorales

Edités par le Forum des Marais Atlantiques, les guides « Marais Mode d'emploi » initient une nouvelle collection de documents techniques dédiés aux techniciens et opérateurs responsables de la gestion de zones humides littorales.

Il s'agit d'apporter une réponse pratique aux demandes des acteurs qui souhaitent disposer de documents simples et ergonomiques pour faire face aux multiples et diverses interrogations posées par l'entretien et la gestion de ces milieux complexes.

Le choix du format de classeur de petite taille permet d'en extraire des fiches pour pouvoir facilement les manipuler et les actualiser. Le traitement de la couverture et du papier offre une résistance qui autorise de les emmener sur le terrain.

Nous souhaitons que cette nouvelle collection du Forum des Marais Atlantiques atteigne son objectif de traiter de manière pratique des questions et problématiques particulières aux marais et zones humides, avec des solutions techniques qui leur sont spécifiques. Toutes vos remarques seront les bienvenues pour faire évoluer cet outil et l'ajuster aux préoccupations des acteurs de terrain.

Le comité éditorial

P. Deschamps

Directeur de la publication

Bernard Grasset (FMA)

Directeur de la collection "Marais Mode d'emploi"

Gilbert Miossec (FMA)

Rédacteurs

Nicolas Fromont (FMA)
DIREN Pays de la Loire

Relecture et correction

Alain Gallicé

avec la contribution de

Patrick Blanchard (CRPF)
Fabien Blanchet (FMA)
Bertrand Jarri (MNE)
Yann Jeandenans (SAGE de la Vie et du Jaunay)
Pascal Lacroix (CBNB antenne de Nantes)
Guillaume Thomassin (CBNB antenne de Nantes)
Roland Matrat (DIREN des Pays de la Loire)
Carole Genty (IFEN)
Gilbert Miossec (FMA)
Marion Pasquier (Parc Interrégional du Marais Poitevin)

Maquette

Diagraphe

2008

Le Forum des Marais Atlantiques est un syndicat mixte présidé par Bernard Grasset, Maire de Rochefort et Conseiller Régional de la région Poitou-Charentes

Directeur : Gilbert Miossec

Avec le soutien des membres permanents du Forum des Marais Atlantiques :

Introduction

1 • Préambule

L'objectif de ce guide est de présenter les méthodes et techniques disponibles afin de mener à bien les étapes d'inventaire et de caractérisation des zones humides. Ces deux étapes, et notamment la première, sont en effet essentielles à la préservation de ces milieux naturels ou semi-naturels (anthropisés).

L'originalité de cette démarche de prospection se situe dans le fait qu'elle a été co-construite avec différents acteurs de terrain et structures référentes au niveau national[1] sur la thématique des zones humides. Les échanges ainsi entretenus ont permis de valoriser les méthodologies qui ont pu être identifiées comme pertinentes dans la bibliographie.

Ce guide présente, au travers d'un modèle conceptuel (approche Potentielle, Effective, Efficace, d'après Mérot, 2000), les différentes étapes nécessaires à l'inventaire et à la caractérisation des zones humides. Cette méthode conduit par la suite à la hiérarchisation (identification des priorités d'interventions) des sites en zones humides rencontrés selon les données environnementales mises en avant dans ce guide.

Cette démarche peut alors être considérée pour accompagner les volontés de mise en place d'actions ciblées afin d'envisager la préservation de certaines zones. En cela, les éléments d'évaluation environnementale mis en avant dans ce document sont en cohérence avec les objectifs de définition de zones humides stratégiques pour la gestion de l'eau (ZHSGE) et celles d'intérêt environnemental particulier (ZHIEP). La définition de ces sites est préconisée par le récent décret n° 2007-1213 du 10 août 2007 relatif au schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE).

Il s'agit donc d'offrir les outils pertinents pour une lecture structurée de la répartition des zones humides sur le territoire et de leurs enjeux de préservation.

2 • Généralités sur les zones humides

Des milieux présentant des intérêts…

Les zones humides sont, pour la plupart d'entre elles, des espaces de transition entre le milieu terrestre et aquatique. Leurs caractéristiques géomorphologiques permettent l'expression de différentes fonctionnalités. Cette expression varie selon le type de zone humide. Communément, on distingue trois grandes catégories de fonctions associées à ces milieux.

---

1 *IFEN, Groupe national de réflexion sur les critères de définition des zones humides.*

Les fonctions de régulation hydraulique

Les zones humides participent à la régulation hydraulique mais aussi à la protection physique du milieu. Elles contrôlent et diminuent l'intensité des crues par le stockage des eaux prévenant ainsi des inondations.

Elles jouent un rôle dans le ralentissement du ruissellement. En retenant l'eau, elles permettent aussi son infiltration dans le sol pour alimenter les nappes phréatiques et éviter leur disparition lors de périodes chaudes. Elles peuvent de la même façon, soutenir les débits des rivières en période d'étiage grâce aux grandes quantités d'eau stockées et restituées progressivement.

Les fonctions de régulation biogéochimiques

Véritables éponges, les zones humides participent également au maintien voire à l'amélioration de la qualité des rivières et à la protection des ressources d'eau potable.

Elles favorisent le dépôt des sédiments, le recyclage et le stockage de matière en suspension, l'épuration des eaux mais surtout la dégradation ou l'absorption par les végétaux de substances nutritives ou toxiques. Enfin, par l'écrêtement des crues et la végétation des berges, elles possèdent un rôle certain de protection contre l'érosion.

Les fonctions support de la biodiversité

Les zones humides ont un intérêt patrimonial de par les nombreuses espèces végétales et animales qui leur sont inféodées. Elles abritent plus de 30 % des plantes remarquables et menacées de France, 50 % des espèces d'oiseaux, ainsi que la reproduction de tous les amphibiens et de certaines espèces de poissons.

Les zones humides assurent donc des fonctions vitales pour beaucoup d'espèces végétales et animales. Elles font office de connexions biologiques (zones d'échanges et de passage entre différentes zones géographiques) et participent ainsi à la diversification des paysages et des écosystèmes. Elles offrent des étapes migratoires, zones de stationnement ou dortoirs aux espèces migratrices comme les oiseaux.

L'expression de ces fonctions est support de nombreuses activités humaines économiques, récréatives ou de loisirs. Elles sont à l'origine également d'une importante production biologique (pâturage, fauche, sylviculture, aquaculture, pêche, chasse).

En cela, il est admis aujourd'hui que les services écosystémiques des zones humides sont très importants.

…Mais extrêmement menacés

Les zones humides comptent parmi les écosystèmes les plus menacés. Le constat est alarmant puisque la moitié de ces milieux a disparu en France au cours des 30 dernières années.

Les menaces proviennent surtout des pressions exercées par l'homme sur son environnement (agriculture, urbanisation, extraction de granulats, dessèchement,…), et aussi, à terme, de l'évolution naturelle de ce type de milieu (évolution spontanée vers d'autres types de milieux). Sans oublier l'introduction d'espèces envahissantes, exotiques (Jussie, Ragondin, Renouée du Japon,…) ou non, extrêmement compétitrices.

3 • Définitions réglementaires et diversité des milieux

Parmi celles-ci :

> Un élément fondateur, la loi sur l'eau du 23 janvier 1992.

Elle est, en France, le premier texte réglementaire qui impose la prise en compte des zones humides. Cette loi définit les zones humides comme *« des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».*

L'hydrologie et la présence d'une végétation typique sont alors considérées comme déterminantes.

> La loi sur le développement des territoires ruraux, dite loi DTR, du 23 février 2005, précise cette définition.

Décret n° 2007-135 du 30 janvier 2007 :
Les critères à retenir pour la définition des zones humides sont relatifs à la morphologie des sols liée à la « présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide ».

L'hydromorphie des sols et la présence d'une végétation typique sont alors les critères déterminants.

Si seuls deux (ou trois selon l'interprétation) critères sont déterminants, ils concernent une diversité de milieux assez importante. Ainsi, la typologie SDAGE distingue-t-elle 13 grands types (Annexe 1) de zones humides différenciées selon leur position dans le bassin versant (figure 1).

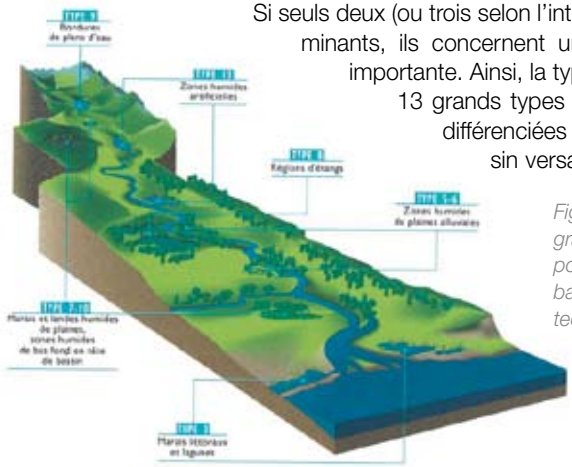


Figure 1 : schéma simplifié des grands types de zones humides pouvant être rencontrés sur un bassin versant (extrait du guide technique SDAGE n° 5).

4 • Architecture du guide

Dans un premier temps est présenté le modèle PEE (Potentielle, Effective, Efficace) qui fixe un cadre conceptuel d'approche des zones humides (au sens large). Les différentes étapes d'investigation associées à ce cadre conceptuel sont déroulées par la suite selon les grandes phases suivantes :

- pré-localisation des zones humides potentielles (Partie 2),
- identification et délimitation des zones humides effectives (Partie 2),
- caractérisation fonctionnelle et patrimoniale (Partie 3).

Suite à ce « découpage » des différents niveaux d'approche (différentes échelles), le guide propose (à titre indicatif) des exemples d'analyses multicritères permettant de hiérarchiser les sites d'actions prioritaires pour la protection et la gestion (Partie 4).

Enfin, dans la perspective de la mise en place de suivis, la partie 5 met en avant différentes références méthodologiques pouvant être utilisables en milieux humides.

Sommaire

Introduction 1

Partie 1 • Une approche conceptuelle : l'approche PEE 1

1 • Le modèle PEE et ses avantages 1

1.1 Le modèle 1

1.2 Les avantages 2

2 • Trois niveaux d'appréhension 2

3 • Les différentes étapes de l'inventaire et du diagnostic environnemental 3

Partie 2 • Application de l'approche PEE Inventaire (premier pas vers la préservation) 4

1 • Pré-localisation des zones humides potentielles 4

1.1 Méthodes et outils 4

2 • Inventaire des zones humides effectives : phase de terrain 12

2.1 Les critères déterminants 12

2.2 Méthodes et outils 12

Partie 3 • Caractérisation des Zones Humides 23

1 • De la notion d'efficacité 23

2 • A celles de zone humide stratégique pour la gestion de l'eau (ZHSGE) et d'intérêt environnemental particulier (ZHIEP) 24

3 • Caractérisation des zones humides : vers une analyse fonctionnelle et patrimoine 24

3.1 Modalité d'évaluation fonctionnelle (ZHSGE) 24

3.2 Modalité d'évaluation patrimoniale et écologique (ZHIEP) 33

3.3 Identifier les facteurs « forçants » 37

4 • Fiche de terrain pour la caractérisation des zones humides 38

Partie 4 • Utilisations des données 39

1 • Vers une hiérarchisation des sites 39

1.1 Outils de hiérarchisation existant 39

1.2 Remarque sur l'exercice de hiérarchisation 45

1.3 Hiérarchiser les sites : vers un plan d'actions 45

2 • Restitution : création de fiches d'identité 46

3 • Exemple de caractérisation et d'analyse d'un site en zone humide littorale (le marais poitevin) 48

4 • Exemple d'analyse fonctionnelle : « Modalisation des enjeux écologiques fonctionnels des habitats et des complexes d'habitats de l'estuaire de la Loire ». GIP Loire Estuaire, 2007 57

Partie 5 • Une perspective de suivi 61

1 • Perspective de suivi 61

1.1 L'observation directe d'objets biologiques 61

1.2 Utilisation d'un SIG pour analyser la structure du paysage 65

Sommaire

Partie 6 • *Définition et délimitations juridiques des zones humides prévues par le code de l'environnement (CE), le code des impôts (CI) et le code rural (CR)* 68

1 • Zones humides et reconnaissance de l'intérêt général de leur préservation et de leur gestion durable (articles L. 211-1 et L. 211-1-1 du code de l'environnement) 68

2 • Zones humides soumises à la nomenclature au titre du L. 214-1 et L. 214-7 du code de l'environnement 69

3 • Zones humides d'intérêt environnemental particulier (CE : L. 211-3 ; CR : R. 114-1 à R. 114-9) 70

4 • Zones stratégiques pour la gestion de l'eau (CE : L. 212-5-1, L. 211-12 et L. 211-3) 71

5 • Listes communales des propriétés non bâties classées dans la 2ème et 6ème catégorie et situées dans les zones humides (CE : L. 211-1, CI : 1395D) 72

6 • Complément n°1 : Les délimitations prévues par le SDAGE (Extraits du SDAGE 1996) 74

Bibliographie 76

Glossaire et sigles 80

Annexes 83

Partie 1: *Une approche conceptuelle : l'approche PEE*

1 • Le modèle PEE et ses avantages

> 1.1 Le modèle

Proposée par Mérot (2000), l'approche PEE permet de distinguer trois niveaux d'identification des zones humides, croissants selon un gradient d'investigation : les zones humides potentielles, effectives (assimilables à celles définies par la loi sur l'eau de 1992) et efficaces (figure 2) :

> Les zones humides potentielles. Ce sont les zones au sein desquelles il y a une forte probabilité d'identifier une zone humide effective. Elles furent originellement humides, mais ont pu perdre ce caractère suite à des modifications anthropiques (drainage, remblais...).

> Les zones humides effectives. Elles répondent à la définition de la loi sur l'eau de 1992 et satisfont aux critères d'hydromorphie des sols et de présence d'une végétation hygrophile. Elles peuvent correspondre à la totalité ou à une partie du zonage « zones humides potentielles », essentiellement en fonction des aménagements opérés sur le territoire considéré.

> Les zones humides efficaces. Elles assurent, d'un point de vue anthropique, une fonction donnée (régulation hydraulique, biogéochimique, écologique, sociétale).

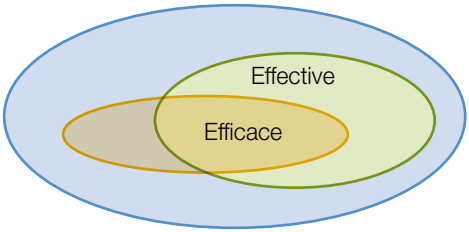


Figure 2 : répartition des trois types de zones humides selon le modèle PEE (d'après Mérot, 2000)

> 1.2 Les avantages

L'approche PEE offre plusieurs avantages. En termes d'aménagement, elle permet d'avoir une idée de l'état originel du système (zone humide potentielle).

La différence de surface entre la zone humide potentielle et celle effective donne une indication du taux de dégradation subi par le système (Lemazurier, 2006). Ces deux notions, état de référence et taux de dégradation, sont dans ce cas quantifiables (en termes de surface). Ils constituent des éléments de réflexion essentiels pour la mise en place d'opérations de gestion et de préservation des zones humides (ATEN, 2006).

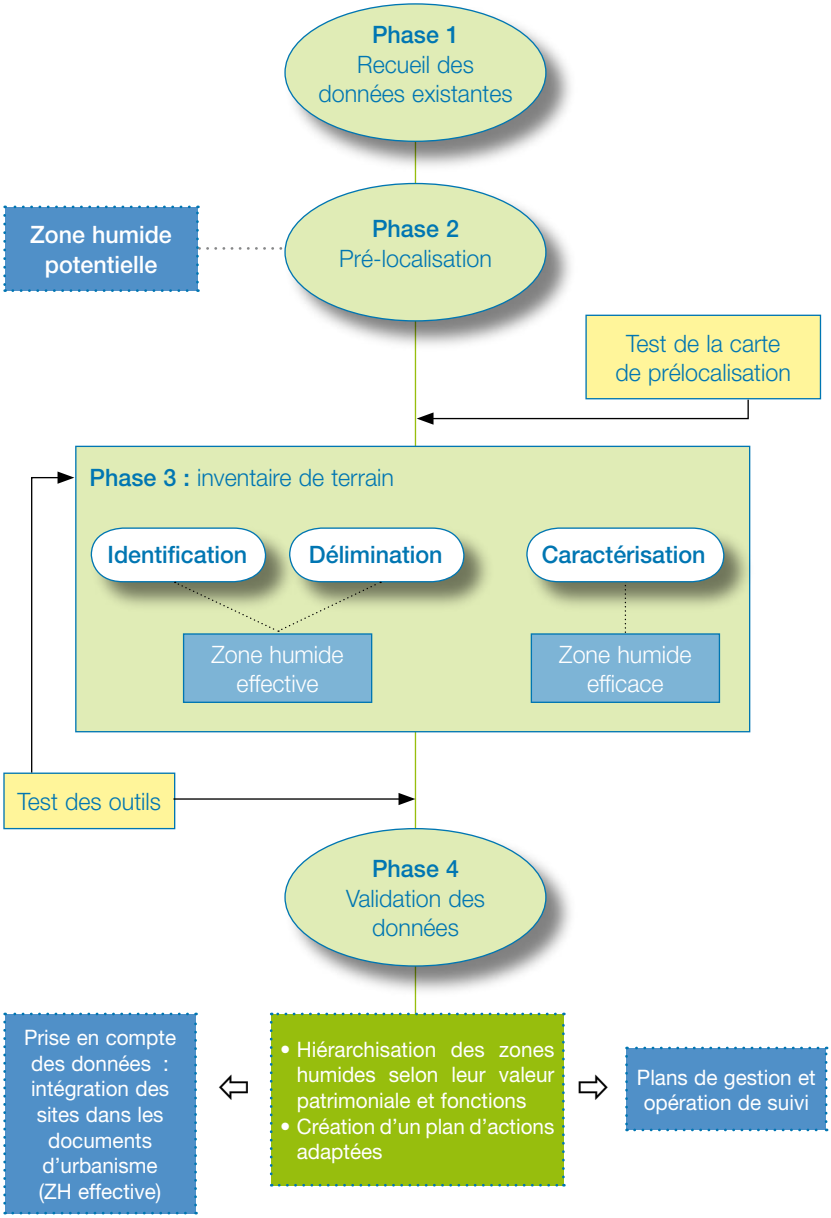
La zone humide potentielle est un concept qui n'implique aucune réglementation particulière à la différence des zones humides effectives dont les limitations peuvent être sources de conflits d'enjeux (Joubert, 2006). Nous pouvons donc supposer que les différences de limites entre ces deux types de zones peuvent constituer un espace de négociation.

2 • Trois niveaux d'appréhension

Le tableau 1 présente les trois niveaux d'approche selon les trois types de zones humides.

niveau d'approche	niveau d'information	technicité	objectifs potentiels associés
pré-localisation des zones humides potentielles.	le zonage potentiel permet de connaître les sites de forte probabilité de présence de zones humides effectives.	manipulation des outils de cartographie et d'un système d'information géographique. Haute technicité.	étape préalable essentielle pour l'initiation d'un inventaire zone humide. Connaissance globale des zones humides du territoire.
inventaire : identification et délimitation de terrain.	identification des zones humides effectives. Délimitation précise de ces zones.	connaissance en botanique et pédologie nécessaire. Formation envisageable. Technicité moyenne.	la délimitation des zones humides effectives est un préalable indispensable à leur préservation sur la base de leur intégration notamment aux documents d'urbanisme.
caractérisation des zones humides effectives.	valorisation de l'inventaire. information sur le fonctionnement hydrologique et le potentiel écologique des sites.	de nombreuses compétences sont à mobiliser. hydrologiste, naturaliste, paysagiste… sont des domaines qui facilitent la caractérisation.	étape nécessaire dans le cadre de la mise en place de mesures de gestion et de protection adéquates. etablissement de niveaux d'actions appropriés.

3 • Les différentes étapes de l'inventaire et du diagnostic environnemental


Phase 1
Recueil des données existantes
Zone humide potentielle
Phase 2
Pré-localisation
Test de la carte de prélocalisation
Phase 3 : inventaire de terrain
Identification
Délimination
Caractérisation
Zone humide effective
Zone humide efficace
Test des outils
Phase 4
Validation des données
Prise en compte des données : intégration des sites dans les documents d'urbanisme (ZH effective)
• Hiérarchisation des zones humides selon leur valeur patrimoniale et fonctions
• Création d'un plan d'actions adaptées
Plans de gestion et opération de suivi

Partie 2 : Application de l'approche PEE Inventaire (premier pas vers la préservation)

1 • Pré-localisation des zones humides potentielles

Les zones humides potentielles sont des sites où la probabilité d'identifier une zone effectivement humide est forte. Ces zones humides effectives peuvent avoir subi des dégradations anthropiques susceptibles de faire disparaître un ou plusieurs des trois critères satisfaisant à la définition réglementaire des zones humides (loi sur l'eau 1992, loi DTR 2005).

Le critère d'hydromorphie des sols ressort alors comme pertinent pour baser les méthodes de délimitation, car il est façonné par les régimes hydriques de façon pérenne dans le temps. Sa présence n'est donc pas assujettie aux modifications anthropiques (sauf en cas de drainages profonds susceptibles de modifier la structure naturelle du sol de façon importante).

Une approche du contexte géomorphologique peut également aider au repérage cartographique des sites. Elle indiquera les zones d'accumulation des écoulements d'eau propices à la formation de zones humides.

Ces informations pourront compléter les délimitations issues des zonages préexistants.

> 1.1 Méthodes et outils

1.1.1 Les zonages préexistants

Méthode

Elle consiste à intégrer les données issues des couches à composantes humides et d'extrapoler les informations des supports cartographiques IGN. Une analyse SIG est donc nécessaire.

Outils : il faut distinguer les données selon leur producteur

IFEN et MNHN

- La couche « milieux à composante humide ». Cette couche permet de présumer du caractère humide d'un site. Constituée par l'IFEN (Institut Français de

l'Environnement) et le MNHN (Muséum National Histoire Naturelle), elle rassemble les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) de type I (secteurs de grand intérêt biologique) et de type II (grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes), les propositions de sites d'intérêts communautaires « humides » et les données géographiques CORINE Land Cover (occupation du sol).

- Les 152 zones humides d'importance nationale recensées (zones humides d'importance majeure suivies) par l'ONZH. « Ces zones correspondent à des périmètres d'observation composés en majorité de milieux humides. Elles ont été choisies initialement pour leur caractère représentatif des différents types écologiques de zones humides présents sur le territoire métropolitain, et des différents usages socio-économiques et problématiques les concernant » (IFEN). Ces zones se répartissent en 4 types : littoral atlantique, de la Manche et de la mer du Nord ; littoral méditerranéen ; vallées alluviales ; plaines intérieures. Il faut y ajouter 52 massifs de tourbières.

- Les données géographiques CORINE Land Cover. Cette couche contient des types spécifiques (tableau 2) pour certaines catégories de zones humides, mais n'identifie que les zones de plus de 25 ha, ou plus de 100 m de large.

type (niveau 1)	type (niveau 3)	code (niveau 3)
Zones humides	Marais intérieurs	4.1.1
	Tourbières	4.1.2
	Marais maritimes	4.2.1
	Marais salants	4.2.2
	Zones intertidales	4.2.3
Surfaces en eau	Cours d'eau et voies d'eau	5.1.1
	Plans d'eau	5.1.2
	Lagunes littorales	5.2.1
	Estuaires	5.2.2
	Mers et océans	5.2.3

Tableau 2 : type d'occupation du sol à composantes humides

DIREN :

- Parmi ces zonages, il convient de sélectionner les périmètres ZNIEFF à composantes humides (tableau 3).

intitulé 2	intitulé 3	code
Zones marines et côtières	Estuaire, delta	4
	Lagune, lac et étang d'eau salée (côtiers)	10
	Lac, étang et marais d'eau douce (côtiers)	11
	Marais salant	12
	Vasière (côtière)	13
Zones humides intérieures	Pré salé	14
	Cours d'eau lent	16
	Lac, réservoir, étang	17
	Marais, tourbière	18
	Prairie humide	19

Tableau 3 : type de ZNIEFF à composantes humides

- Les sites d'intérêt communautaire ou du réseau Natura 2000 qui comportera à terme deux types de sites : les ZSC (Zones Spéciales de Conservation, Directive Habitat) et les ZPS (Zones de Protection Spéciale, Directive Oiseaux). Les ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux) ont servi de base à la désignation des ZPS.

- Les espaces protégés : APPB (Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope), RNR (Réserves Naturelles Régionales), RNN (Réserves Naturelles Nationales), PNR (Parcs Naturels Régionaux), Sites Inscrits et Sites Classés, peuvent supporter des milieux humides. Il convient donc de rechercher des informations sur leur nature.

IGN

- Les référentiels cartographiques : le SCAN 25 peut recueillir quelques informations (toponymes de lieux-dits ou de hameaux) faisant référence à des milieux humides.

- Les bases de données cartographiques IGN : ces bases de données peuvent contenir des informations sur le thème de l'eau et donc des zones humides. Il s'agit de la BD Carto® donnant des informations sur l'occupation du sol, la BD Carthage® (25 000e) relative au réseau hydrographique.

Illustration 1 : SCAN 25 Vendée. SCAN25® © IGN – Paris – 2001 Reproduction interdite n° 2001 / cubc / 21

outils	avantages	inconvénients
plan cadastral numérisé	• distinction des limites et tailles de parcelles par propriété • information sur les parcelles • disponible dans chaque commune	• informations diverses selon les communes
bases de données IGN (1 : 25 000)	• distinction des cours d'eau, plans d'eau et étangs, certaines mares et dépressions de la topographie • facilement utilisable • visualisation aisée • coûts assez faibles	• limité par la précision de l'échelle • représentation des cours d'eau pérennes et temporaires mauvaise • typologie peu exploitable • pertinence du résultat dépendant du soin apporté au choix des données et au traitement • date de mise à jour variable
« milieux à composantes humides»	• synthèse d'information sur les milieux humides	• limité par la précision de l'échelle

Tableau 4 : outils relatifs aux zonages préexistants avec leurs avantages et inconvénients

1.1.2 *Hydromorphie des sols*

Méthode

Les cartes pédologiques (disponible auprès des Chambres d'Agriculture) incluent dans la majorité des cas les indices d'hydromorphie des sols définis selon la méthode de Tarière (Rivière, 1992). Ainsi, les zones où les indices vont de 5 à 9 (hydromorphes[2]) sont des zones potentiellement humides. Notons que ce critère pourra être repris pour l'identification des zones humides effectives. Une limite est à signaler. En effet, certains sols alluviaux sont régulièrement gorgés d'eau sans qu'ils aient pour autant un caractère hydromorphe (Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2006).

De plus, en milieu forestier, « Les traces d'hydromorphie résultent de difficultés de circulation d'eau dans le sol souvent en liaison directe avec une texture à dominante limoneuse. Il peut s'agir parfois d'hydromorphie fossile, mais les cas sont toutefois assez rares. On ne peut donc que très rarement dissocier hydromorphie et présence d'eau » (P. Blanchard, CRPF). Dans cette logique, en milieu forestier, nous ne pouvons caractériser une zone humide sans présence d'une végétation hygrophile.

[2] *Degré d'hydromorphie : il s'apprécie selon la proportion de trace d'oxydo-réduction et leur profondeur d'apparition (voir 2.2.1.)*

Il existe également les méthodes de télédétection (images satellitaires, illustration 2). Ces dernières sont très intéressantes, néanmoins, leur utilisation requiert une technicité importante et n'est valable et pertinente que pour les grands sites à étudier. De plus, des limites de reconnaissance sont apparues au cours d'expérimentation (SAGE Mayenne). Les champs de maïs étaient systématiquement considérés humides.

Illustration 2 : image satellitaire du Marais poitevin (© CNES 1996 – Distribution SPOT IMAGE)

Outils

outils	avantages	inconvénients
carte pédologique	• indice d'hydromorphie des sols	• disponibilité variable
images hyperspéctrales	• performant pour identifier végétation • résolution supérieure à l'image • satellitaire	• lourd et onéreux • pour des territoires restreints
images satellitaires	• disponibilité modérée • résolution	• haute qualification • grandes superficies • onéreux

Tableau 5 : outils relatifs à l'hydromorphie des sols avec leurs avantages et inconvénients

1.1.3 Géomorphologie

Méthode

Utilisé aux Etats-Unis puis dans les travaux du CAREN (Centre Armoricain de Recherche en Environnement) de Rennes, il a pu être établi formellement l'intérêt du critère géomorphologique pour la cartographie des zones humides. Cette approche repose sur le fait que les zones humides sont façonnées par le mouvement de l'eau, qui dépend

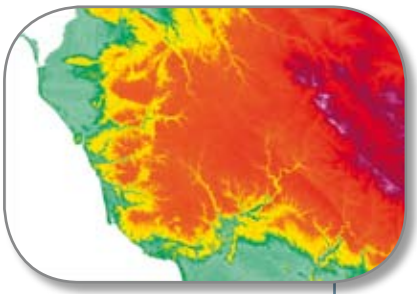


Illustration 3 : MNT Vendée. BD ALTI® source : FMA

lui-même de la topographie du terrain (Mérot *et al.*, 2005). Les pentes, le sens des écoulements ainsi que les différences d'altitude peuvent être intégrées dans des modèles numériques de terrain (MNT, illustration 3). Ces derniers permettent de pré-localiser les contextes hydrogéomorphologiques favorables à la formation de zones humides par saturation en eau.

Outils : les indices topographiques et le traitement SIG

Calculé à partir de ces critères topographiques, l'indice de Beven-Kirkby (IBK, Beven et Kirkby, 1979) permet de délimiter des zones saturées en eau.

Principe

Le traitement du MNT à l'aide d'un logiciel adequat (par ex. logiciel MNTsurf) permet de prédire la distribution spatiale des zones potentiellement saturées sur un bassin versant. Pour ce faire, le logiciel génère un réseau de drainage multi-directionnel (figure 4) à partir du MNT : chacune de ses mailles est supposée drainer l'ensemble du volume d'eau qu'elle reçoit de son bassin versant vers les mailles voisines ayant une altitude plus faible. Le volume d'eau reçu du bassin versant est réparti au prorata de la différence d'altitude entre la maille centrale et ses voisines plus basses.

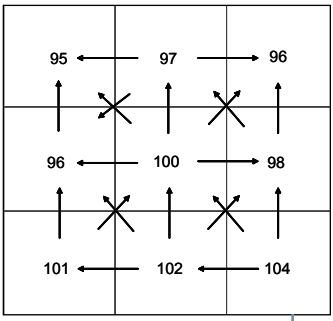


Figure 4 : exemple de modèle de drainage multi-directionnel (d'après Aurousseau et Squivadent, 1995)

IBK et IBK aval

L'indice de Beven-Kirkby	*L'indice de Beven-Kirkby aval*
IBK : valeur en un point ***IBK = ln (a / tan ß)*** *avec a : surface amont drainée (drainage naturel) en ce point (m²) et tan ß : pente en ce point (%).*	*Pour l'indice modifié de l'IBK, la pente locale (ß) est remplacée par la pente aval suivant le chemin de l'eau à la surface du sol jusqu'à la rivière, permettant une référence à la rivière.* ***a*** *la surface spécifique (= aire contributive / la longueur du côté d'un pixel) et* ***ß*** *la pente aval.* *L'**aire contributive** est déterminée à l'aide d'un réseau de drainage multi-directionnel. La **pente aval** est calculée entre chaque maille du MNT et la maille la plus proche appartenant au réseau hydrographique.*

L'indice Beven-Kirkby aval se révèle plus pertinent que l'IBK classique pour estimer les zones hydromorphes de bas-fonds (Aurousseau et Squividant, 1995).

L'indice BV aval est un indice numérique de type réel dont l'étendue des valeurs va de 8 à 30. Pour identifier les zones humides de bas-fonds, il faut prédéfinir une valeur seuil à partir de laquelle le modèle peut instaurer une limite entre les zones potentiellement humides et potentiellement non humides.

Avantages et limites

La modélisation basée sur la géomorphologie a l'avantage d'être rapide et peu coûteuse (Durand, 2000). L'IBK est tributaire de la pente et des surfaces drainées en amont, ce qui signifie qu'il modélise principalement les zones hydromorphes de fond de vallée. De ce fait, les zones humides de plateau situées dans des dépressions ne sont pas prises en compte car la valeur de l'IBK y est relativement faible (la surface amont drainée et la pente étant peu importante).

Par ailleurs, la résolution des MNT (pas de 50 m) utilisés pour construire l'indice topographique (IBK) est peu précise. Enfin, la nature du substrat géologique, influençant la perméabilité du sol, peut remettre en cause les zonages établis par l'analyse IBK. Les Logiciels d'application SIG (ArcView ou Map info), aisément manipulables, permettent une pré-localisation selon les méthodes citées.

Pour en savoir plus

- Aurousseau P. & Squivadant H., 1995. Rôle environnemental et identification cartographique des sols hydromorphes de bas-fonds. *Ingénierie E.A.T n° spécial rade de Brest. 75-85.*

- Mérot. P *et al.,* 2000. Typologie fonctionnelle des zones humides de fond de vallée en vue de la régulation de la pollution diffuse, Rapport de synthèse final, *UMR INRA-ENSA Sol et agronomie de Rennes-Quimper.* 115 p.

Exemple de zonage potentiel (en grisé) via le logiciel Mntsurf

L'illustration 4 présente l'application d'une pré-localisation des zones humides potentielles selon la géomorphologie.

Cet outil de travail permet de bien localiser les têtes de bassin et assure une continuité le long des cours d'eau.

Illustration 4 : travail réalisé par Y. Jeandenans et O. Coquio dans le cadre du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) de la Vie et du Jaunay.

outil	avantages	inconvénients
MNT associé à l'indice de Beven-kirkby	• cartographie des zones humides passées et actuelles • indication de dégradation	• accent sur les zones humides de bas-fonds • pas de distinction entre les zones artificialisées humides et drainées • dépend de la nature du substrat géologique

Tableau 6 : outils relatifs à la géomorphologie avec leurs avantages et inconvénients

1.1.4 Photo-interprétation des végétaux

Méthode

Cette méthode repose sur l'identification des groupements végétaux. Elle est limitée car elle ne peut prendre en compte des zones où l'altération conduit à une modification du couvert végétal. Dans ce cas de figure, les groupements végétaux caractéristiques des zones humides ne sont pas systématiquement identifiables. De plus, les campagnes de mise à jour sont généralement espacées dans le temps et ne permettent pas d'identifier l'état réel du couvert au moment souhaité. La comparaison d'orthophotoplans de différentes campagnes pourra être un moyen de déterminer une zone humide potentielle.

Illustration 5 : photo Vendée. BD ORTHO® © IGN – Paris – 2006 Reproduction interdite Licence n° 397-a (FMA)

Outils

outil	avantages	inconvénients
orthophotoplan (IGN)	• échelle adaptable avec une précision équivalente à 50 cm / pixel • très facilement compréhensible et lisible • bonne précision • bonne disponibilité	• zones humides et cours d'eau sous les boisements difficilement visibles • pas d'information sur le relief • importantes variations de teintes entre photographies entraînant des erreurs d'interprétation • mauvaise différenciation des types de végétaux

Tableau 7 : outil relatif à la photo-interprétation avec ses avantages et inconvénients

Remarque : une superposition des différentes informations semble être très pertinente afin de réaliser le masque de zones humides potentielles (Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2006).

2 • Inventaire des zones humides effectives : phase de terrain

La détermination des zones humides effectives (systématique ou non) ne peut se faire précisément que par une démarche d'identification sur le terrain.

Les phases de pré-localisation des zones humides potentielles permettent de délimiter les aires géographiques au sein desquelles cette phase d'identification de terrain doit se faire.

> 2.1 Les critères déterminants

Loi sur le développement des territoires ruraux du 23 février 2005, décret n° 2007-135 du 30 janvier 2007 :

Les critères à retenir pour la définition des zones humides sont relatifs à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide.

Les critères de pédologie (hydromorphie des sols) et botanique sont les plus facilement appréhendables sur le terrain. Le critère hydrologique est également intéressant, notamment dans le cas de sites remaniés ou la végétation et les sols ne sont pas forcément des critères pertinents. Cependant, la présence d'eau étant parfois saisonnière ou ponctuelle, ce critère ne doit pas être considéré de façon déterminante. La prise en compte de l'hydromorphie permet de s'affranchir de l'éventuelle absence de végétation dans certains cas de dégradation manifeste ou de saisonnalité défavorable. Elle peut donner également une indication indirecte de l'hydrodynamique (Joubert, 2006).

> 2.2 Méthodes et outils

2.2.1 Méthode d'identification

La méthodologie proposée suggère de déterminer le caractère humide effectif en considérant les critères de végétation et de pédologie. Elle est une synthèse des méthodes les plus couramment utilisées et des procédures proposées par le MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle).

Critère végétation

Il faut situer, pour chacune des strates de végétation (herbacée, arbustive ou arborée), des placettes représentatives des groupements végétaux en présence. Ces placettes pourront avoir un rayon compris entre 1,5 m et 10 m selon la strate de végétation, la strate arborescente devant avoir le plus grand rayon. Les relevés doivent être réalisés au sein de zones homogènes sur les plans écologique, floristique et physionomique (hauteur de végétation, structure, densité,…). Au sein de ces placettes, il convient d'établir une estimation visuelle des espèces dominantes en travaillant par ordre décroissant de recouvrement jusqu'à un seuil de 50 %. Les classes de Braun-Blanquet (1932) pourront aider à cette étape (voir outils ci-après).

En additionnant les espèces obtenues pour les différentes strates, il est nécessaire d'établir si plus de 50 % sont typiques des zones humides. Si oui, la zone est effectivement humide. Le nombre de placettes devra être relatif à l'hétérogénéité du milieu. L'application des placettes doit également se faire préférentiellement de part et d'autre des limites supposées de la zone humide prospectée (voir délimitation).

Iris sp.

Illustration 6 : Lythrum salicaria.
Salicaire commune. (*sources FMA)*

NB1 : il semble important de signaler que cette méthode, du fait de l'inventaire partiel de la flore, ne constitue pas un véritable relevé phytosociologique, et que par conséquent il n'est pas possible d'en déduire des noms d'habitats. La réalisation de véritables relevés phytosociolgiques dans le cadre de la délimitation d'une zone humide permet en revanche de déterminer les habitats présents et d'en caractériser l'intérêt patrimonial (voir Partie 3 : caractérisation des habitats).

NB2 : cette méthode d'identification du caractère humide effectif d'un secteur à partir du critère végétation fonctionne bien en contexte franchement hygrophile, mais peut trouver ses limites en situation mésohygrophile dans laquelle une partie de la flore est pénétrée par des espèces des niveaux supérieurs, qui ne se cantonnent pas seulement aux zones humides. Dans ces conditions, il convient d'appuyer son diagnostic sur un relevé phytosociologique complet et/ou de se référer aux autres critères.

NB3 : des listes de référence des espèces typiques, mais aussi des communautés végétales typiques des zones humides restera à élaborer à l'avenir.

Outils

Comment établir la dominance ?

La dominance peut être évaluée par « projection verticale au sol de partie aérienne des végétaux ».

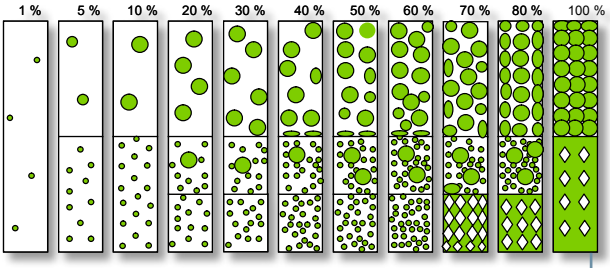


Figure 5 a : pourcentage de recouvrement selon le type de répartition des espèces (grégaires ou homogènes). (source : N. Fromont d'après PRODON)

Lorsque au sein d'une même strate des individus de plusieurs espèces se chevauchent dans l'espace, la somme des recouvrements peut dépasser le recouvrement noté pour l'ensemble de cette strate.

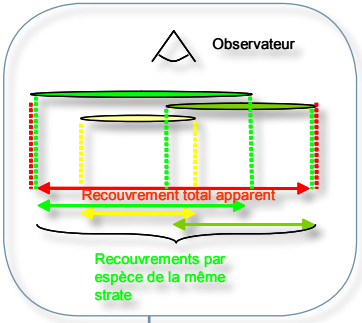


Figure 5 b : représentation de l'espace de recouvrement des espèces. (sources : N. Fromont)

Cœff.	Signification en termes d'abondance et de dominance
i	• espèce représentée par un individu unique
+	• espèce peu ou très peu abondante, recouvrement très faible
1	• espèce abondante, mais avec un faible recouvrement ou assez peu abondante avec un recouvrement plus grand, compris entre 1 et 5 %
2	• espèce très abondante ou à recouvrement compris entre 5 % et 25 % de la surface
3	• espèce à recouvrement compris entre 25 % et 50 % de la surface, et d'abondance quelconque
4	• espèce à recouvrement compris entre 50 % et 75 % de la surface, et d'abondance quelconque
5	• espèce à recouvrement > 75 % de la surface, et d'abondance quelconque

Tableau 8 : les classes de Braun-Blanquet (1932) : Braun-Blanquet a définit 7 cœfficients d'abondance - dominance

Critère pédologique

Lorsque les critères liés à végétation sont absents (saisonnalité, activité humaine,…), l'hydromorphie du sol peut être utilisée pour identifier de manière sûre la zone humide effective (loi sur le développement des territoires ruraux, dite DTR, du 23 février 2005). Elle traduit la présence plus ou moins prolongée dans le temps d'une saturation en eau des horizons du sol.

Rivière *et al.,* (1992) stipulent que des taches d'oxydo-réduction occupant plus de 50 % de l'horizon du sol, ou que la présence d'une couche organique sombre et épaisse, suffisent à considérer un sol comme hydromorphe.

L'intensité de l'hydromorphie peut être appréciée par la profondeur à laquelle apparaît l'horizon hydromorphe précédemment défini (tableau 9). Ainsi, des traces d'hydromorphie (illustration 7) au-dessus de la limite de 40 cm de profondeur justifient de la présence d'une zone humide (Rivière et *al., 1992*).

classe	sols profonds	sols moyennement profonds	sols peu profonds
-	absence, couleur homogène sans taches	absence, couleur homogène sans tache	absence, couleur homogène sans tache
1	taches d'oxydo-réduction à une profondeur supérieure à 80 cm de faible intensité		
2	taches d'oxydo-réduction à une profondeur supérieure à 80 cm de faible intensité		
3	taches d'oxydo-réduction à une profondeur comprise entre 40 et 80 cm de faible intensité	taches d'oxydo-réduction à une profondeur comprise entre 40 et 80 cm de faible intensité	taches d'oxydo-réduction au contact du matériau géologique
4	taches d'oxydo-réduction à une profondeur comprise entre 40 et 80 cm de faible intensité	taches d'oxydo-réduction à une profondeur comprise entre 40 et 80 cm de faible intensité	
5	taches d'oxydo-réduction dès la surface de faible intensité	taches d'oxydo-réduction dès la surface de faible intensité	taches d'oxydo-réduction dès la surface de faible intensité
6	taches d'oxydo-réduction apparaissant dès la surface, de forte intensité	taches d'oxydo-réduction apparaissant dès la surface, de forte intensité	taches d'oxydo-réduction apparaissant dès la surface, de forte intensité
7	pseudo-gley généralisé	pseudo-gley généralisé	pseudo-gley généralisé
8	pseudo-gley généralisé avec gley en profondeur	pseudo-gley généralisé avec gley en profondeur	pseudo-gley généralisé avec gley en profondeur
9	pseudo-gley généralisé avec gley à faible profondeur	pseudo-gley généralisé avec gley à faible profondeur	pseudo-gley généralisé avec gley à faible profondeur

Tableau 9 : clé de détermination du degré d'hydromorphie selon la profondeur d'apparition des tâches d'oxydo-réduction

Remarques

Un décret déterminant une liste des espèces typiques de zones humides et la typologie des sols (Annexe 2) de zones humides est en cours d'écriture. La présente méthode reste compatible avec l'évolution de ces critères en terme de réglementation.

Outils

Utilisation de la tarière et typologie des sols.

Taches d'oxydo–réduction
Profondeur à laquelle apparaissent des tâches peu nombreuses (> à 25 %), couleur rouille, dues à l'oxydation du fer en liaison avec la présence d'une nappe d'eau temporaire.
• Classe d'hydromorphie de 5 à 6.

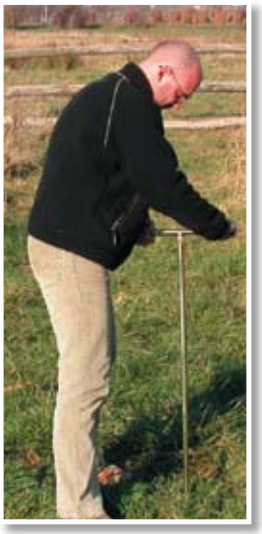


Illustration 7 a : traces d'hydromorphie photographiées lors d'un sondage tarière [(sources : Y. Jeandeans (en haut à gauche) et FMA)]

Horizon redoxique
Horizon dans lequel apparaissent de nombreuses tâches de rouille souvent associées à des taches de décoloration ou de réduction (gris bleu, gris blanchâtre,…). La quantité totale de tâches doit être supérieure à 25 %.
• Classe d'hydromorphie 7.

Horizon réductique
Horizon dans lequel apparaît une couche uniforme et colorée en gris verdâtre, gris bleu, blanc, surmontée d'un humus hydromorphe.
• Classe d'hydromorphie de 8 à 9.

Cependant, le sol peut contenir des taches de rouilles autour des racines et des pores du sol, lieux de passage privilégiés pour l'eau de pluie qui est toujours saturée en oxygène.

Illustration 7 b : gley photographié lors d'un sondage tarière (Y. Jeandenans)

Test colorimétrique à l'ortho-phénantoline (www.sols-de-bretagne.fr) :
Un test colorimétrique peut nous indiquer l'état du fer dans le sol au moment de l'observation. Dans des milieux où l'excès d'eau est quasi-permanent (zone de fonds de vallée par exemple), on peut parfois observer des sols gris bleuâtre ou gris verdâtre. Cette couleur peut être héritée de la roche mère qui a donné naissance au sol ou peut être liée à la présence de la forme réduite du fer (fer ferreux Fe2+). Un test rapide et simple permet de déterminer si la couleur claire de l'horizon que l'on observe est liée ou non à la réduction du fer. Le réactif utilisé est une solution d'ortho-phénantroline à 2 % dans de l'éthanol pur. Une coloration rouge, plus ou moins vive, apparaît en présence de fer ferreux.

Une fois identifiée avec certitude, il faut pouvoir délimiter l'entité zone humide mais également son espace de fonctionnalité.

2.2.2 Méthode de délimitation

Acherar (2001), dans le *Manuel pratique d'identification et de délimitation des zones humides du sud-est de la France* suggère une procédure de délimitation en « étoile ».

Étape 1

Parcourir le site selon le gradient d'humidité et délimiter grossièrement la zone d'interface entre la zone humide et celle qui ne l'est pas sur la base des formations végétales. Noter si la limite de la zone humide indiquée par les formations végétales est franche et liée à des discontinuités (topographie, géomorphologie, limites artificielles,…) ou graduelle et si elle s'étend sur plusieurs dizaines de mètres. Si la limite est franche allez à l'étape 2. Si elle est graduelle allez à l'étape 3.

Étape 2

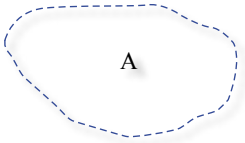
Si la limite est franche, la végétation suffit à la délimitation de la zone humide et la limite coïncide avec celle des formations végétales caractéristiques des zones humides. Dans les zones où la végétation est absente, cette limite peut être extrapolée en s'aidant de la topographie et de la géomorphologie. Cette méthode est utilisable pour les zones humides liées à des dépressions et dans lesquelles la microtopographie joue un rôle important (mares, marais, tourbières, ripisylves,...)

Étape 3

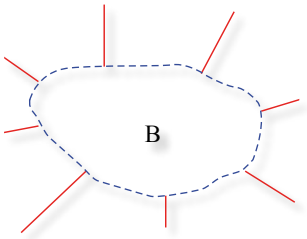
Dans le cas où la végétation présente un *continuum* et / ou une répartition complexe liée à l'hétérogénéité du site, elle ne peut être utilisée seule de manière efficace pour la délimitation. Nous proposons dans ce cas précis de compléter le diagnostic par les caractéristiques pédologiques.

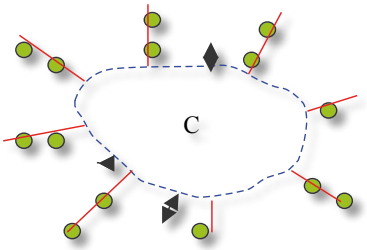
• Végétation

Identifier les groupements végétaux qui semblent faire la transition entre la zone humide et les zones non humides et matérialiser la limite (A) des unités appartenant sans équivoque à la zone humide.



À partir de cette limite, mettre en place des transects (B) de mesures perpendiculaires. L'espacement de ces transects dépend de la taille du site et de la précision demandée : entre 30 et 100 m, voire plus pour de très grands sites tels que les lagunes ou les grands linéaires comme les ripisylves. L'espacement entre les transects peut être modulé le long de la limite en fonction de l'homogénéité ou de la complexité des milieux.





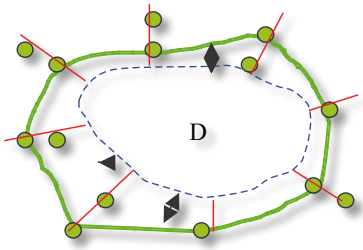
À partir de la limite « minimale », localiser des placettes de mesures circulaires (C) de 10 m de rayon si les espèces dominantes de la zone de transition sont de grande taille (arbres et arbustes) et de 2 m si les espèces sont à dominante herbacée. La distance entre les placettes de mesure le long des transects dépend du degré de précision souhaitée. Elle pourrait varier de 2 à 4 m environ, pour des précisions de l'ordre du mètre (pour de petites zones humides), à 20 m ou plus si la précision souhaitée est de l'ordre du décamètre (pour de grandes zones humides).

Étape 4

Noter dans chacune des placettes les espèces dominantes dans les principales strates et estimer leur recouvrement. Déterminer le pourcentage des espèces de zones humides parmi les dominantes en vous aidant de la liste des espèces de zones humides (en cours de constitution). Noter la présence des espèces typiques (hygrophiles et mésohygrophiles). Établir le seuil de recouvrement de celles-ci selon le protocole d'identification (p. 19, paragraphe 2.2.1.).

- S'il y a plus de 50 % d'espèces typiques la placette est comprise dans la zone humide.
- Si non, aller à l'étape 5.

Étape 5



Effectuer une carotte à l'aide d'une tarière pédologique. Examiner les propriétés du sol et noter la présence de trait d'hydromorpie selon le protocole d'indentification déjà vu. Si oui, alors la placette est incluse dans la zone humide, si non, la placette n'est pas humide.

Il est ainsi possible d'augmenter la finesse de la délimitation en répétant ces étapes toujours en allant de la zone la plus humide vers la zone non humide.

Reporter sur une carte les transects et les placettes de mesure et noter la présence ou l'absence des indicateurs dans les placettes. La limite de la zone humide correspond à la ligne qui joint toutes les placettes présentant au moins un des indicateurs primaires (D).

Remarques

Dans certains cas, la délimitation peut se faire plus simplement par l'analyse de l'environnement de la zone. Ainsi, une rupture de pente, la présence d'une route ou autre élément paysager limitant peut être considéré comme déterminant.

2.2.3 L'espace de fonctionnalité

C'est l'« espace proche de la zone humide, ayant une dépendance directe et des liens fonctionnels évidents avec la zone humide, à l'intérieur duquel, certaines activités peuvent avoir une incidence directe, forte et rapide sur le milieu et conditionner sérieusement sa pérennité » définition de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse (RMC).

L'espace de fontionnalité peut être considéré comme la zone du bassin versant dans laquelle toute modification de la quantité ou de la qualité de l'eau d'alimentation de la zone humide, risque d'être directement dommageable (figure 6). Le contour peut être variable.
Il peut s'agir :

- **du bassin versant entier** (zone de tête de bassin),
- **du « proche bassin versant »**, les limites permettant de le définir peuvent êtres diverses : topographiques (rupture de pente,...), écologiques (couloir entre zones,...), paysagères (haie, boisement), agricoles (limite culture, prairie,...), hydrauliques (limite de zone inondable,...),
- **d'un ensemble de zones humides** complexes comportant plusieurs objets (exemple : plusieurs plans d'eau, un cours d'eau avec les fossés humides qui s'y rattachent et quelques portions de prairies humides,...).

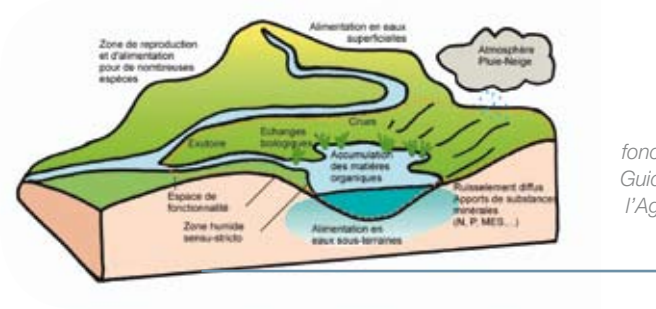


Figure 6 : la zone humide et son espace de fonctionnalité (d'après le Guide technique n° 6 de l'Agence de l'Eau RMC)

Remarques

Le guide technique n° 6 de l'Agence de l'Eau RMC propose une orientation pour le choix de critères de définition de cet espace selon les grands types SDAGE de zones humides. Notons que ces critères sont présentés à titre indicatif. En effet, ils ne sont basés que sur l'hydrologie.

Marais et lagunes côtiers

Le principal critère pour délimiter l'espace de fonctionnalité est la limite des zones inondables, lorsque la donnée existe (couches SIG, DDE) ; sinon, on prend la première ligne de crête ou une barrière physique (canal, route,...). Les critères secondaires viennent ajuster éventuellement les limites : occupation des sols, espace de transition entre deux zones humides.

Dans le cas de plusieurs zones humides périphériques d'un ou plusieurs étangs littoraux, un seul espace de fonctionnalité est défini pour l'ensemble des zones.

Source : FMA

Illustration 8 : marais près de l'embouchure de la Charente.

Bordures de cours d'eau

Illustration 9 : bordure de l'Antenne (Charente)

Le principal critère pour délimiter l'espace de fonctionnalité est la limite des zones inondables, lorsque la donnée existe (couches SIG, DDE) ; sinon, on prend un critère topographique : la ligne de crête quand les versants de part et d'autre de la rivière sont abrupts, ou 2 à 3 lignes de niveau (10-15 m de dénivelé) quand la pente est moyenne à faible. Les critères secondaires viennent ajuster éventuellement les limites : occupation des sols, espace de transition entre 2 zones humides. Ainsi, deux tronçons disjoints sur un même cours d'eau sont reliés par l'espace de fonctionnalité de la zone humide aval sauf s'il y a une rupture nette entre les 2 tronçons (exemple : zone urbaine, secteur de gorge).

Zones humides artificielles
Le principal critère pour délimiter l'espace de fonctionnalité est la ligne de crête du barrage. Pour les anciennes gravières et carrières, on prend la première ligne de crête ou les 2 à 3 premières lignes de niveau (selon la topographie du site). Dans le cas de plusieurs zones humides périphériques d'un lac artificiel, on définit un seul espace de fonctionnalité pour l'ensemble.

Illustration 10 : mares en Mayenne. (sources : Mayenne Nature Environnement, D. Laugaro).

Zones humides ponctuelles (mares temporaires)
Le principal critère pour délimiter l'espace de fonctionnalité est le niveau maximum de remplissage ou, à défaut, la ligne de crête (sous-bassin versant).

Marais et landes humides et plaine et plateau
La démarche est similaire au cas précédent.

Plaines alluviales
Le principal critère est la limite des zones inondables lorsque la donnée existe (couches SIG, DDE). Sinon, on prend un critère topographique : ligne de crête ou 2 à 3 lignes de niveau (10-15 m de dénivelé), ou barrière physique (canal, route,...). Les critères secondaires viennent ajuster éventuellement les limites : occupation des sols, espace de transition entre 2 zones humides (par exemple la bordure de cours d'eau).

Zones humides de bas fond en tête de bassin (tourbières)
Le principal critère est le relief (sous-bassin versant). Les critères secondaires sont : étages de végétation, occupation des sols, espace de transition entre deux zones humides. Un même espace de fonctionnalité peut englober plusieurs tourbières d'un même secteur.

Marais aménagés dans un but agricole
Le principal critère est la limite de l'ancienne zone humide, ou sous-bassin versant. Les critères secondaires sont : étages de végétation, limites paysagères (morphologie des anciennes parcelles autrefois humides). Pour ce type de milieu, les limites de l'espace de fonctionnalité peuvent être confondues dans certains cas avec celles de la zone humide.

Partie 3 : Caractérisation des zones humides

1 • De la notion d'efficacité…

Les zones humides efficaces, d'un point de vue anthropique, sont des zones qui assurent une fonction donnée. Les fonctions sont les propriétés émergentes de l'écosystème (Fustec et Lefeuvre *et al.,* 2000 ; Barnaud, 1998). On distingue couramment trois grandes catégories de fonctions :

A • **Fonction physique de régulation hydraulique vis-à-vis du régime des eaux (services associés)**
- écrêtement et désynchronisation des crues (atténuation des inondations) - stockage de l'eau (soutien des débits d'étiage) - recharge et décharge des nappes (approvisionnement en eau) - alimentation du débit solide des cours d'eau (diminution de l'érosion des lits) - dissipation des forces érosives (fixation des rivages)
B • **Fonctions chimiques d'épuration naturelles vis-à-vis de la qualité des eaux**
- interception et stockage des matières en suspension (réduction de la turbidité) - tampon contre les intrusions salines (amélioration de la potabilité) - dégradation des micropolluants toxiques (amélioration de la potabilité) - recyclage des éléments nutritifs (amélioration de la potabilité, innocuité écologique) - interaction thermique (atténuation ou amplification des contrastes de température)
C • **Fonctions biologiques de support des écosystèmes**
- recyclage biogéochimique et stockage du carbone - production de biomasse (initiation des chaînes trophiques) - maintien et création d'habitats (réservoir de biodiversité, formation de paysages)

Typologie des fonctions attribuées aux zones humides (d'après Anras, 2005)

La caractérisation de l'efficacité reste relative à une approche mettant en jeu des procédures lourdes, longues et coûteuses. Plusieurs d'entre elles ont conduit à mettre en place des méthodologies se basant sur l'étude des flux et des conditions hydro-géomorphologiques (Mérot, 2000).

2 • …à celles de Zone Humide Stratégique pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE) et d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP)

La prise en compte des zones humides dans la gestion équilibrée de la ressource en eau s'est vue renforcée récemment par la loi du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux.

Cette action d'évaluation va dans le sens du décret n° 2007-1213 du 10 août 2007 relatif au schéma d'aménagement et de gestion des eaux, qui préconise, entre autres, d'identifier les Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP) et les Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE) (art. R. 212-46).

La « lourdeur » des procédures visant à caractériser l'efficacité d'une zone humide (vis-à-vis d'une fonction donnée) nous conduit à mettre en avant une série de notions et de critères d'évaluation pragmatiques. Ceux-ci peuvent alimenter une procédure de diagnostic environnemental indispensable à la gestion intégrée des milieux.

Nous distinguons par la suite les critères d'évaluation fonctionnelle (hydrologie), patrimoniale et écologique ainsi que les facteurs « forçants ».

Cette démarche est en cohérence avec celles réglementaires citées ci-dessus.

3 • Caractérisation des zones humides : vers une analyse fonctionnelle et patrimoniale

> 3.1 Modalité d'évaluation fonctionnelle (ZHSGE)

3.1.1 Les zones humides intérieures

3.1.1.1 La méthode

Dans une étude sur l'*Évaluation de l'intérêt des zones humides ordinaires,* Mathieu (2006) met en avant quelques critères pragmatiques d'appréciation qui se basent sur l'analyse de la situation de la zone humide dans son environnement. Partant du principe que les zones humides sont à l'interface entre les activités humaines et la rivière, leur efficacité dépend alors de leur capacité à intercepter les écoulements de surface.

Nous proposons de distinguer les critères généraux, relatifs à l'analyse de la situation globale de la zone humide, des critères permettant la description du fonctionnement hydrologique au sein de l'entité humide. À chaque critère sont associés plusieurs éléments d'évaluation plus ou moins aisés à appréhender sur le terrain (*) ou par analyse cartographique (*).

Les critères généraux

- **Position dans le bassin versant :** une zone humide située en amont du bassin versant potentiellement plus à même de jouer un rôle dans la régulation des débits d'étiage en recevant des précipitations plus importantes et en restituant ce stock aux cours d'eau situés en aval et plus ou moins connectés. Il est cependant difficile d'établir des indicateurs pour ce critère, les contextes étant variables.

- **Surface ou longueur (*et*) :** la sélection de ce critère repose sur le postulat suivant : plus la surface sera importante, plus les fonctions de régulation seront grandes (capacité de stockage, de relargage, d'épuration, de filtre, d'interception des matières en suspension). Pour les zones humides riveraines, la longueur sera considérée en parallèle de la surface.

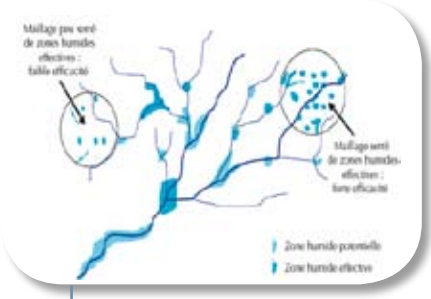


Figure 7 : schémas issus de l'inventaire des zones humides dans les Sage – février 2005, Agence de l'Eau Loire Bretagne, (S. Mathieu, 2006)

- **Maillage ou densité (*) :** un maillage serré de zones humides effectives (même de petite taille) est synonyme de forte interception des écoulements de surface et souterrains. L'effet « filtre » est moins fort sur des zones humides présentant un maillage distendu (à surface égale, figure 7). Ces dispositions géographiques ont également un effet vis-à-vis de la biodiversité (un maillage serré facilite là encore les interconnexions paysagères synonymes de corridors biologiques).

- **Connexions :** ce critère permet de prendre en compte le lien des zones humides avec les eaux superficielles ou souterraines. Les connexions sont plus difficiles à établir pour les eaux souterraines. Ces connexions contribuent aux fonctions potentielles de recharge des nappes, de stockage ou de soutien d'étiage (Agence de l'Eau, *Guide technique n° 6*).

Eléments d'évaluation (*et*) : *proximité et type de connexion, fréquence de connexions, surfaces d'échange, nature des eaux en connexion et position des zones humides par rapport à la ressource en eau.*

Les critères liés à l'entité zone humide

- **Critères liés à la régulation des nutriments et de rétention des micropolluants :** les zones humides peuvent intercepter les excédents de nutriments (azote, phosphore) ou de toxiques issus d'activités polluantes (agriculture, industrie...). Ces fonctions ont lieu principalement grâce à la position de réceptacle des eaux (figure 8) de ruissellement provenant de parcelles cultivées, associées aux propriétés intrinsèques des organismes végétaux et bactériens dont le cycle de vie participe au processus de dénitrification et déphosphatation du milieu.

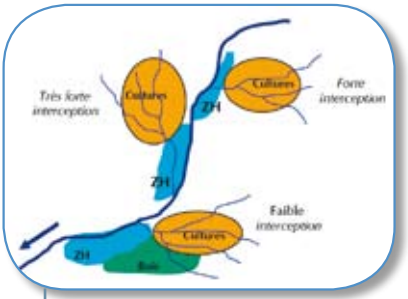


Figure 8 : schémas issus de L'inventaire des zones humides dans les Sage – février 2005, Agence de l'Eau Loire Bretagne, (S. Mathieu, 2006)

Notons que ces fonctions sont plus ou moins importantes selon le type de végétaux, leur densité et le temps de séjour des nutriments qui est lié à la vitesse d'écoulement des flux (Maltby *et al.*, 1996).

Clément (2001) démontre également que la zone de contact entre les terres cultivées et la limite externe de la zone humide (Annexe 3) est le lieu où s'opère majoritairement le processus de dénitrification bactérien.

Éléments d'évaluation (*et*) : *activités en amont des zones humides, importance des apports potentiels sur le site, positionnement des sites par rapport aux sources de matières polluantes, temps de résidence de l'eau, structure des végétaux, lien entre zone humide et cours d'eau, continuité et homogénéité des écoulements.*

- **Critères liés à la régulation des nutriments et de rétention des micropolluants :** la porosité des substrats des zones humides (plus ou moins forte) leur permet d'emmagasiner des volumes d'eau plus ou moins importants et de les restituer progressivement aux cours d'eau. Ces capacités de stockage permettent également le retardement des pics de crues et l'étalement de celles-ci. Ces rôles seront plus prononcés à l'échelle d'un bassin versant selon l'accumulation de zones humides (maillage) et leur surface. Bien entendu, le type de zone humide est déterminant pour la contribution à ces fonctions. Ainsi, les zones humides connectées au réseau superficiel (zones humides alluviales) auront-elles un rôle plus important que les zones isolées.

Éléments d'évaluation (*et*) : *capacité de stockage et de relargage, surface des zones humides, maillage des zones humides, position dans le bassin versant, type de zone humide.*

Critère d'évaluation des fonctionnalités hydrologiques	
1 - Critères introductifs	
surface ou longueur	
maillage ou densité	
connexions (alimentation, entrée sorties : rubriques IFEN)	
2 - Critères d'évaluation de la contribution à la qualité des eaux	
activités en amont des zones humides	
importance des apports potentiels sur la zone	
durée de séjour des nutriments et toxiques	
cinétique des processus géochimiques : hauteur de nappe estimée, temps de saturation, type d'humus)	
qualité des eaux : indiquer, si l'information est disponible, quelques caractéristiques physico¬chimiques des eaux du (des) cours d'eau (ph, conductivité, dbo, dco, taux de nitrates.,,) et les références des	
structures des peuplements végétaux (végétation oligotrophe ou eutrophe)	
lien entre cours d'eau et la zone humide (type de zh) : indiquer les court-circuit (fossé vers cours d'eau, drainage de la parcelle amont), les déconnexions avec le bv (haie, talus), les éléments ralentissant les écoulements	
positionnement des zones humides par rapport aux sources de matières polluantes (cultures) et aux eaux superficielles ou souterraines	
3 - Critères d'évaluation de la contribution à la régulation hydraulique	
capacité de stockage et de relargage	
surface de la zone humide	
maillage des zones humides	
position dans le bv	
rythme des sorties d'eau à l'aval des zones humides	
type de zone humide	

Tableau 10 : récapitulatif des critères envisagés
(vert dense = prioritaires, vert clair = secondaires, blanc = supplémentaires).

3.1.1.2 Les outils : exemples d'application

La méthode d'analyse repose essentiellement sur une analyse paysagère et pédologique.

Importance du flux : la nature de l'interface entre la zone humide et le versant

Figure 9 a

La présence d'éléments du paysage comme les haies peut conduire à une déconnexion plus ou moins prononcée de la zone humide effective avec le bassin versant et ses écoulements. Son efficacité s'en trouvera réduite (figure 9 a).

La présence de systèmes de drain peut court-circuiter le cheminement « naturel » des flux provenant du versant. Les surfaces d'épuration effectives sont alors faibles et l'efficacité d'épuration atténuée (figure 9 b).

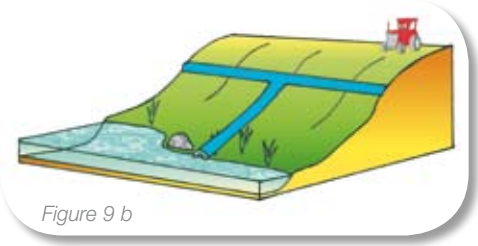


Figure 9 b

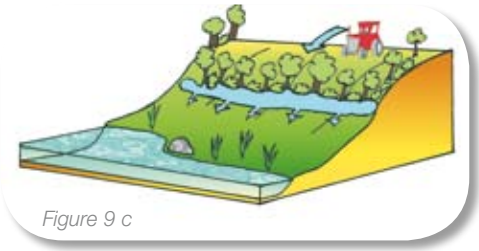


Figure 9 c

Certains éléments paysagers permettent une accumulation de l'eau et une restitution différée des flux. Il en résulte un allongement du temps d'épuration et un effet de « contact » très favorable aux processus bactériens (figure 9 c).

Remarque

La présence d'une pente plus ou moins marquée module également l'efficacité d'épuration, une pente faible entraînant une efficacité plus forte. De même, la présence d'écoulements préférentiels (fossés, dépressions,…) intervient sur l'homogénéité des écoulements.

Processus biogéochimiques : temps de saturation et niveau d'asphyxie

Le type d'humus dépend du niveau d'asphyxie et donc de la saturation en eau. L'activité biologique de dégradation est donc différente si l'on est en présence de tourbe ou d'un mull.

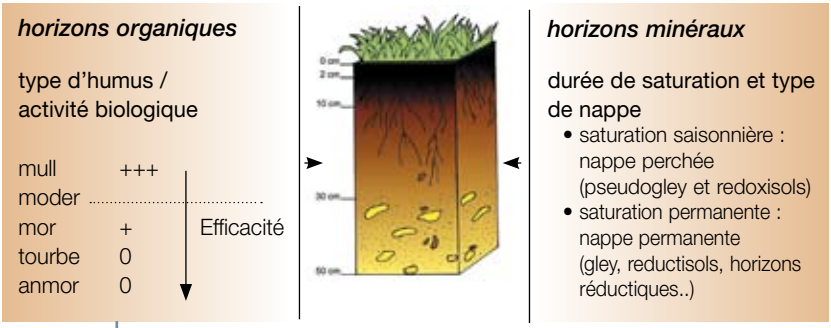


Figure 10 : les horizons du sol (dessin : N. Fromont)

Ces caractéristiques du sol sont lisibles par l'observation directe du sol ainsi que par l'analyse des échantillons de sols obtenus par un sondage à la tarière. Elles apportent aisément des informations essentielles sur les processus biogéochimiques (temps de saturation, présence de matière organique, type d'humus).

La granulométrie (texture du sol) donne des indications sur les flux de subsurface.

Importance du couvert végétal

Les végétaux, en phase de croissance, prélèvent de l'azote sous forme de nitrate et d'ammonium dans les premiers horizons et le stockent dans les feuilles, les tiges et les racines.
Une partie est restituée via les débris végétaux, la chute des feuilles ou les exsudats racinaires, une autre partie est conservée via le phénomène de translocation qui permet de faire migrer l'azote assimilé vers les racines ce qui permet la reprise de croissance au printemps suivant.

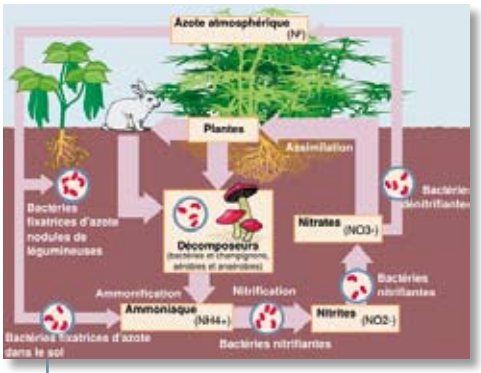


Figure 11 : le cycle biogéochimique de l'azote (source : J. Dréo, 2006)

Le stockage d'azote est donc temporaire sauf si la végétation est exportée (par fauche, coupe de bois, etc.).

La productivité d'un type de couvert (production de biomasse) ainsi que l'exportation de l'azote sont deux facteurs modulant la capacité d'un site à « prélever » le nitrate.

Il est donc important de pouvoir connaître la nature de l'occupation du sol (culture, prairie) et la nature de la végétation (eutrophe, oligotrophe).

>Pour aller plus loin : la démarche Territ'eau du programme Agro-transfert (INRA de Rennes)

Le programme Agro-transfert (INRA) propose une méthodologie permettant de déterminer, pour chaque zone humide, la qualité de gestion vis-à-vis de la fonction d'épuration par rapport aux nitrates ainsi que la marge de progrès pour augmenter son efficacité. Il résulte de cette étude l'élaboration de fiche d'évaluation du rôle tampon de la zone vis-à-vis de la charge en azote.
http://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_eau/

3.1.2 Les zones humides littorales : les anthroposystèmes

3.1.2.1 La méthode

Les grandes zones humides littorales nécessitent d'être « observées » selon plusieurs échelles. Le Forum des Marais Atlantiques définit l'Unité Hydraulique Cohérente, UHC, comme unité pertinente pour décrire un système de marais.

L'UHC peut être défini comme une « portion continue du territoire, disposant d'une autonomie propre en termes de niveaux d'eau et d'au moins une entrée et une sortie d'eau ».

Plusieurs niveaux d'unité hydraulique peuvent être définis pour appréhender le fonctionnement d'une zone humide selon sa dimension (figure 12) :

- **UHC de niveau 0 :** zone humide dans sa globalité
- **UHC de niveau 1 :** syndicat de marais ou découpage équivalent
- **UHC de niveau 2 :** UHC au sens strict du terme (compartiment hydraulique, prise de marais)
- **UHC de niveau 3 :** unité d'exploitation (ensemble de parcelles) et chenaux et ouvrages internes aux UHC de niveau 2.

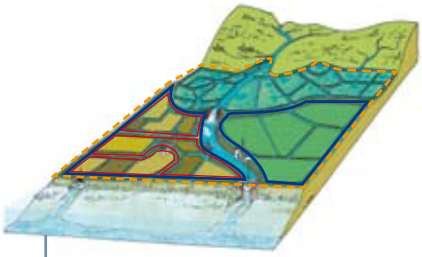


Figure 12 : compartimentation fonctionnelle d'une zone humide littorale (source : Anras, 2005)

Selon ces différents niveaux d'approche, la caractérisation fonctionnelle hydrologique des zones humides côtières passe par :

- **la connaissance du contexte du bassin versant :** sa description passe par la formalisation des variations fonctionnelles (outils : la modélisation conceptuelle puis fonctionnelle). Voir *Analyse fonctionnelle des zones humides côtières : support pour l'aide à la décision de gestion et de réhabilitation.* Forum des Marais Atlantiques.

Approche globale : zone humide dans sa globalité

- **la compréhension et la connaissance des différentes contraintes de gestion :** cela implique de connaître l'ensemble des usages aux travers des modalités de gestion. Il convient pour cela d'établir les répercussions de ces modalités notamment sur le fonctionnement hydrologique de niveau d'eau.

UHC de niveau 1 (syndicat de marais ou découpage équivalent) et 2 (compartiment hydraulique, prise de marais,…)

  - Associations syndicales et autres gestionnaires de l'eau
  - Nature de(s) l'activité(s) économique(s)

- **l'utilisation d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques et d'indicateurs biologiques de terrain**

UHC de niveau 3 (chenaux et ouvrages internes aux UHC de niveau 2)

  - Anras (2003), dans *Outils de suivis d'action d'entretien des milieux aquatiques en marais doux,* propose un certain nombre d'indicateurs physiques et biologiques ainsi que les protocoles de terrain nécessaires à leur mise en œuvre. Ces derniers permettent un état des lieux et d'envisager les perspectives de gestion des milieux aquatiques de marais doux.
  - Anras et Guesdon (2007) dans le guide technique intitulé *Hydrologie des marais littoraux*. *Mesures physico-chimiques de terrain* (Marais Mode d'emploi n° 1) distinguent des variables à mesurer en marais littoraux constituant un « jeu de paramètres minimums » permettant d'en caractériser le fonctionnement hydrologique (tableau 11).

variables physiques	
O_2 dissous	
débit	
encombrement / rugosité	
accès aux habitats	
ratio cours d'eau / plans d'eau	
salinité	
transparence (disque de secchi)	
conductivité	
caractéristiques du substrat	
particules en suspension	
température	
minéralité totale	
turbidité	
limnimétrie	
variables chimiques	
DBO_5	
minéraux non métalliques : ci, f	
nutriments : n et p particulaires et totaux	
métaux : As, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, K, Pb, Mg, Mn, Na, Ni, Zn	
Ph	

Tableau 11 : « jeu de paramètres physico-chimiques minimums », (vert dense = prioritaires, vert clair = secondaires, blanc = supplémentaires).

3.1.2.2 Les outils

Pour aller plus loin :

- Forum des Marais Atlantiques, 2007. *Analyse fonctionnelle des zones humides côtières : support pour l'aide à la décision de gestion et de réhabilitation. Rapport interne.*
- Forum des Marais Atlantiques, 2006. *Contribution des zones humides au bon état des masses d'eau. Etude.*
- Forum des Marais Atlantiques, 2003. *Guide méthodologique. Outils de suivis d'actions d'entretien des milieux aquatiques en marais doux.*
- Forum des Marais Atlantiques, 2007. *Hydrologie des marais littoraux. Mesures physico-chimiques de terrain. Marais Mode d'emploi n° 1.*

> 3.2 Modalité d'évaluation patrimoniale et écologique des ZHIEP

3.2.1 La méthode

La présence plus ou moins permanente d'eau fait des zones humides des sites privilégiés pour le développement d'un patrimoine biologique et naturel exceptionnel (Barnaud, 1998). Elles ont ainsi un rôle de réservoir de la biodiversité et un caractère fonctionnel primordial pour la dynamique écologique globale.

Trois catégories de critères d'évaluation classiques basées sur les inventaires floristiques et faunistiques sont généralement reconnues. Pour chacune de ces catégories, on distingue des éléments d'évaluations à prendre en compte (terrain*, analyse cartographique*).

- **L'intérêt patrimonial biologique :** l'appréciation de l'intérêt patrimonial d'un site doit prendre en compte le statut de menace et de protection (Annexe 4) des espèces et des habitats présents sur le site inventorié.

Éléments d'évaluation (*) : *le nombre d'espèces rares menacées ou protégées ainsi que le nombre d'habitats particuliers peut constituer un facteur de hiérarchisation.*

- **La biodiversité (faune, flore et habitats) :** une diversité spécifique élevée et des habitats variés présents sur un site, même sans la présence d'éléments d'intérêt patrimonial, permettent de reconnaître une zone humide comme étant remarquable.

Éléments d'évaluation (*et*) : *un inventaire exhaustif des espèces végétales réalisé en même temps que la détermination du caractère humide de la zone, associé à un inventaire faunistique. Le calcul d'indices de diversité peuvent être également intéressant. Concernant les habitats, la phytosociologie constitue la méthode la plus rigoureuse qui permette d'établir une liste des groupements végétaux*

présents. Cependant, étant donné la lourdeur du protocole et le degré de connaissance requis, l'utilisation d'un guide de détermination simplifié des habitats de zone humide est conseillé. Il en existe un pour la Charente (voir 3.2.2. Les outils) mais il reste à établir pour les Pays de la Loire.

- **La continuité écologique et fonction d'habitats :** la théorie biogéographique des îles (MacArthur & Wilson,1967) stipule que les colonisations, les échanges entre milieux naturels sont plus aisés entre habitats proches et conduisent par ces échanges à une plus grande stabilité biologique et une plus grande diversité potentielle. Les zones humides sont donc un maillon essentiel (lieu de reproduction, de repos, d'alimentation,...) qui peut intervenir sur un fonctionnement écologique global.

Éléments d'évaluation (*et*) : *la description des corridors écologiques et de la fragmentation des milieux naturels. Ces fragmentations sont susceptibles de jouer sur la pérennité des flux d'individus (donc de gênes) entre différentes populations. La description des zones humides permet de replacer un site dans le réseau écologique, d'identifier son isolement et ainsi d'apporter une information complémentaire visant à éclairer l'appréciation de la dynamique biologique de la zone.*

Critère d'évaluation écologique et patrimoniale	
1 - Unités écologiques	
habitats : indiquer les habitats présents sur le site utiliser pour cela la typologie CORINE biotopes indiquer ces habitats sur la cartographie du site (ou autre référentiel cartographique)	
présence de corridors biologiques et fonctions de l'habitat	
surface des habitats	
2 - Espèces (diversité)	
inventaire floristique	
inventaire faunistique	
espèces à capacité auto épuratrice	
espèces bio indicatrices de l'état du milieu	

3 - Évaluation du patrimoine biologique	
patrimoine biologique remarquable : pour chaque groupe taxonomique (et pour les habitats), on indique les éléments de patrimoine remarquables présents sur le site. On s'appuiera sur les listes de référence définissant le caractère patrimonial des habitats et des espèces (espèces protégées au niveau national, régional et départemental, Directives « Habitats » et « Oiseaux », listes rouges nationales et UICN, éventuellement autres listes rouges, convention de Berne et de Bonn). D'autres critères peuvent être utilisés (rareté, taux de régression, présence en limite d'aire, présence en effectifs remarquables,...). Pour les habitats, lister les habitats d'intérêt communautaire (intitulé et code).	
sur le fond de carte des habitats, localiser les espèces et habitats de plus grand intérêt patrimonial (en opérant le cas échéant une hiérarchisation et une sélection préalables). Pour éviter les redondances, positionner éventuellement ces espèces sur la carte des habitats dans le chapitre « unités écologique » et renvoyer dans le texte à cette carte.	

Tableau 12 : récapitulatifs des éléments d'évaluation écologique et patrimoniale (vert dense = prioritaires, vert clair = secondaires, blanc = supplémentaires).

3.2.2 Les outils

Force est de constater que ce type de démarche met en jeu des compétences d'expertise naturaliste et paysagère. Les différents outils de récoltes de données (protocoles) présents dans la littérature sont ainsi majoritairement destinés à des gestionnaires de réserves naturelles et structures naturalistes.

- Un ouvrage fait référence et présente divers protocoles d'inventaire et de suivi de la biodiversité en général (les protocoles présentés sont tout à fait applicables à la thématique zone humide) :
  - Fiers V., 2004. *Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité. Guide Pratique. Réserves Naturelles de France.*

- *Guide d'identification simplifiée des habitats des zones humides de Charente.* Se basant sur la physionomie du milieu, et sur la reconnaissance d'espèces caractéristiques, il permet d'identifier les principaux habitats présents. Bien que nécessitant une confirmation sur le plan floristique, cette entrée permet d'avoir une première approche de la potentialité biologique d'un site, qui peut-être approfondie si besoin. Cette étape, qui se veut la plus accessible possible, est indispensable pour orienter les actions et investigations à envisager pour un site donné. Ce guide se destine aux utilisateurs n'ayant pas nécessairement une compétence naturaliste poussée.

- *Référentiel typologique des habitats terrestres de Bretagne, de Basse-Normandie et des Pays de la Loire,* élaboré par le Conservatoire Botanique National de Brest et consultable sur le site internet du même organisme à l'adresse suivante : www.cbnbrest.fr/site/Refer_typo/habit0.php

Ce document permet d'avoir une description succincte des habitats suivant la typologie phytosociologique, la liste des espèces caractéristiques, ainsi que les rattachements aux différents codes (Natura 2000, EUNIS, CORINE biotopes).

- Classification typologique des habitats : Code CORINE biotopes, EUNIS, Natura 2000.

N° Fiche
Intitulé de l'habitat
Code CORINE Biotopes
Photographie
Situation écologique : précision sur les préférences écologiques
Physionomie : précision sur l'aspect de la végétation, sur la stratification
Espèces guides caractéristiques : association d'espèces permettant d'identifier de manière fiable l'habitat considéré
Dynamique et variabilité : précision sur l'évolution du milieu et de l'influence des pratiques sur cette évolution
Types d'intérêt :
Menaces et vulnérabilités :
Gestion conservatoire : grands axes de gestion, ne pouvant pas s'appliquer à tous les cas; étude au cas par cas indispensable

Figure 13 : fiche habitat (d'après R. Langlest)

Remarque : un décret portant sur la définition de critères d'évaluation des ZHIEP est en cours de rédaction. Les éléments apportés aideront au cadrage des opérations à effectuer lors de l'inventaire des sites.

Caractérisation typologique des habitats :

La caractérisation précise des habitats doit se baser sur des relevés phytosociologiques. La phytosociologie est l'étude synthétique des communautés végétales. Cette discipline s'intéresse aux relations spatiales et temporelles entre les végétaux mais également avec leur milieu.

Les relevés phytosociologiques permettent :

- de réaliser l'inventaire des associations* végétales (habitats au sens CORINE biotopes),
- de réaliser un suivi de la dynamique de la végétation en analysant l'évolution spatiale (grâce à la cartographie des habitats) et temporelle (apparition / disparition) des associations présentes sur un site.

Rangs phytosociologiques :

l'alliance est une unité phytosociologique regroupant plusieurs associations végétales ayant des espèces caractéristiques communes (figure 14).

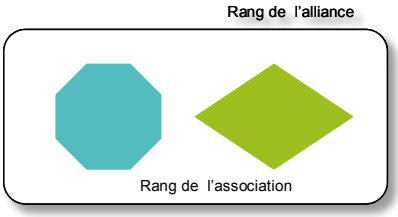


Figure 14 : représentation schématique des rangs phytosociologique (N. Fromont)

L'association, unité de base en phytosociologie, constitue l'entrée précise qui permet de caractériser un habitat. Sa détermination repose sur un inventaire exhaustif des espèces et sur une phase d'analyse dite « synthétique » qui consiste à structurer et à analyser les données.

Cette démarche dite sigmatiste ne prend pas en compte la dynamique de la communauté mais la fidélité des espèces au sein des associations. C'est une entrée essentiellement descriptive basée sur les recouvrements[3] (Fiers, 2004).

Pour en savoir plus

Clair M., Gaudillat V., Herard K., 2005. *Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000. Guide méthodologique. MNHN et Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux.* 66 p.

> 3.3 Identifier les facteurs « forçants »

3.3.1 La méthode

La caractérisation des activités et usages effectifs sur ou autour de la zone humide est importante. En effet, elle permet de compléter le diagnostic d'état de la zone humide, d'en éclairer une éventuelle cause anthropique de dégradation ou de maintien et de cibler les compartiments de l'écosystème à surveiller.

Il semble important de situer ces facteurs d'influence par rapport à l'entité zone humide et d'identifier leurs impacts sur les quantités et qualités des cours d'eau entrants et sortants, mais également sur la biodiversité elle-même par le biais de surexploitation potentielle, de fragmentation des habitats ou encore de gestion conservatoire.

Éléments d'évaluation : *les dégradations manifestes, les activités, le contexte réglementaire, la valeur socio économique.*

3.3.2 Les outils

Il existe une nomenclature ZNIEFF des activités et usages (présentée au sein de la fiche terrain en annexe 5). Elle permet de préciser quels sont les éléments (anthropiques ou non) jouant un rôle important dans l'équilibre écologique d'un site. C'est une nomenclature hiérarchisée permettant un niveau de précision en fonction des informations disponibles.

3 *Voir Partie 2 : critère d'identification des zones humides, végétation*

> 4 Fiche de terrain pour la caractérisation des zones humides

Une fiche de relevé de terrain est présentée en Annexe 5. Celle-ci reprend les différentes informations présentées dans la Partie 2 et la Partie 3 de ce document.

Les informations ainsi relevées sur le terrain permettent de renseigner une base de données cartographiques et d'avoir les éléments nécessaires à un diagnostic environnemental. Les champs présents dans cette fiche de terrain permettent de plus de compléter, au moins en partie, les bases de données déjà existantes et référentes au niveau national. Ces bases de données sont celles de l'ONZH (IFEN) et Medwet (bassin Rhône-Méditerranée-Corse).

Partie 4 : Utilisation des données

1 • Vers une hiérarchisation des sites

Comme nous l'avons vu dans les chapitres 2 et 3, la loi DTR (23 février 2005) définit deux « niveaux » de zones humides qui distinguent les Zones Humides Stratégiques pour la Gestion de l'Eau (ZHSGE) et les Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP).

Les différents critères détaillés, qu'ils soient fonctionnels ou non, doivent servir de base à une appréciation (experte) de l'intérêt de ces zones afin de pouvoir cibler des sites prioritaires pour l'action et la préservation.

Rappelons que toute zone humide mérite par définition d'être conservée mais que certaines nécessitent une intervention plus ou moins poussée. En conséquence, s'il ne s'agit pas de faire ressortir des zones comme « d'intérêt secondaire », une « hiérarchisation » est essentielle pour l'attribution d'un niveau d'intervention adéquat.

> 1.1 Outils de hiérarchisation existant

Sur la base des critères d'évaluation mis en avant dans les précédents chapitres, différents auteurs ont proposé des grilles de notation. Ces grilles s'attachent à évaluer les fonctionnalités hydrologiques, la valeur patrimoniale et les pressions pesant sur un site.

Leur présentation est ici indicative. En effet, les seuils présentés peuvent être discutés et adaptés. Toutefois, ces démarches sont opérationnelles et bien que réductrices, permettent d'obtenir une lecture du territoire intéressante pour la gestion et la décision.

1.1.1 L'évaluation de la qualité de gestion des sites vis-à-vis de la dénitrification selon la démarche Territ'eau (INRA de Rennes)

Le programme Agro-transfert (INRA) propose une méthodologie permettant de déterminer, pour chaque zone humide, sa qualité de gestion par rapport à la fonction d'épuration des nitrates ainsi que la marge de progrès pour augmenter son efficacité. Il résulte de cette étude l'élaboration de fiche d'évaluation du rôle tampon de la zone vis-à-vis de la charge en azote.

Elle prend en compte trois critères :

- **la nature de l'interface entre la zone humide et le versant :** présence / absence d'une haie continue / discontinue,
- **les flux de surface ou de subsurface :** présence / absence d'écoulements préférentiels,
- **le couvert végétal :** végétation eutrophe, prairie (fauchée / paturée, apports d'intrants), végétation oligitrophe ou culture.

Grille de qualification de la dénitrification à l'échelle de la zone humide

limite zone humide / versant	apport d'eau dans la zone humide	végétation naturelle eutrophe +	prairie		culture	végétation oligotrophe
			fauchée ou pâturée occasionnellement apports d'engrais azoté < 50u	fauchée et ferti > 50u ou pâturée extensif		
haie continue +	pas de court - circuit +	+++	+++	++-	++-	zone humide à conserver pour sa valeur patrimoniale
	court - circuit -	+-+	+-+	+--	+--	
haie discontinue ou absente -	pas de court - circuit +	-++	-++	-+-	-+-	
	court - circuit -	--+	--+	---	---	

+++ : très bien gérée (code couleur vert), +-+, -++, ++- : gestion à améliorer (jaune), +-- : -+- : gestion à revoir (orange), ---, mauvaise gestion / nitrate (rouge). Le code couleur associé à chaque zone est utilisé pour la restitution sous forme de carte.

1.1.2 Les grilles de notation de la méthode proposée par Michelot (2003)

L'analyse hydrologique

Elle se base sur l'exploitation des critères de surface, le maillage de zones humides, la connexion et la proximité de sources polluantes. Une notation est ainsi attribuée de 1 à 20 en considérant l'intérêt des sites en tant que zones tampons.

• *Hydrologie*

L'auteur propose de considérer la présence de sources de pollution et la connexion au réseau hydrographique comme déterminant.

pas de source de pollution à moins de 200 mètres	note : 0	
une ou des sources de pollution entre 50 et 200 mètres :		
	ZH connectée au réseau hydrographique (maillage serré)	ZH non connectée au réseau hydrographique (maillage serré)
ZH > 6 ha	4 (6)	6 (8)
ZH > 1 ha	2 (4)	4 (6)
ZH > 1	0 (2)	2 (4)

note sur 8 : intérêt très fort (8) ; fort (6) ; moyen fort (4) ; faible (2) ; très faible (0)

• *Hydraulique*

L'auteur distingue entre les zones humides et les zones inondables des cours d'eau.

superficie ZH	connectée au réseau hydro-graphique (maillage)	ZH non connectée au réseau hydrographique (maillage)
> 20 ha	6	5
10 - 20 ha	5	4
5 - 10 ha	4 (5)	3 (4)
1 - 5 ha	3 (4)	2 (3)
< 1 ha	2 (3)	0 (2)

note sur 6 : intérêt très fort (6) ; fort (5) ; moyen fort (4) ; moyennement faible (2) ; très faible (0)

Les zones humides (régulation des débits) : les critères déterminants sont la superficie et la connexion au réseau hydrographique. La notion de maillage est également considérée.

superficie ZH	notation
zone inondable de plus de 1 ha	6 (intérêt fort)
zone inondable de plus de 1 ha	3 (intérêt moyen)
zone non-inondable	0 (intérêt faible)

Les zones inondables des cours d'eau (expansion des crues) : la superficie est ici déterminante.

Rôle tampon	note
régulation des débits	6
expansion des crues	6
régulation des pollutions	8

Intérêt des zones humides pour leur rôle tampon est noté sur 20

L'évaluation patrimoniale des sites

Le tableau proposé ci-après (Michelot, 2003) intègre l'aspect patrimonial (entrée la plus fréquemment utilisée) et des habitats. Il considère également la notion de diversité biologique. Cette notion est intéressante en vue de valoriser la « nature ordinaire ».

De plus, l'analyse paysagère sous l'angle de la distance entre les habitats et leur superficie fait références aux connexions biologiques et aux corridors importants pour éviter l'isolement des communautés et leur appauvrissement (MacArthur et Wilson, 1967).

Faune / Flore

intérêts	flore	faune
fort	une ou plusieurs espèces protégées ou présence de plantes rares à l'échelon national, régional, départemental (listes rouges,…) 4	- présence d'espèces protégées inféodées ou de passage - milieu très favorable à des espèces inféodées aux zones humides (oiseaux, amphibiens, reptiles, insectes,…) - zone humide ponctuelle particulière représentant un habitat potentiel pour certains groupes d'animaux (mares,...) 4
moyen	cortège floristique caractéristique d'une formation hygrophile rare (tourbière bombée…) ou groupement floristique présentant une forte diversité végétale et possédant potentiellement des espèces rares ou présence d'espèces rares à l'échelon local 2	zone de refuge et de gagnage pour les espèces de gibier (sanglier, chevreuil,…) 2
faible	- milieu pauvre sur le plan botanique - milieu mono spécifique type roselière - milieu connaissant une eutrophisation avancée : avancement de plantes nitrophiles ou fort embroussaillement 0	- milieu paludéen de superficie réduite ou dégradé - milieu fortement sujet au dérangement : proximité des habitations,… 0

Habitat

intérêts	rareté	état de conservation	aire de répartition et représentativité	distance à la zone humide la plus proche
fort	présence de deux habitats prioritaires ou plus, ou d'un habitat de la directive 4	milieu bien conservé 2	limite d'aire de répartition d'une espèce / habitat ou représentativité de l'espèce > à 15 % 2	moins de 200 m 2
moyen	présence d'un habitat de la directive Natura 2000 2	milieu moyenne-ment conservé 1	représentativité de l'espèce de 2 à 15 % 1	de 200 à 500 m
faible	absence d'habitat de la directive Natura 2000 0	milieu dégradé 0	représentativité de l'espèce < à 2 % 0	plus de 500 m 0

intérêt patrimonial	note sur
flore	4
faune	4
rareté des habitats	4
état de conservation des habitats	2
aire de répartition et représentativité	2
proximité des zones humides	2
surface des zones humides	2

Intérêt patrimonial des sites, note sur 20

1.1.3 Évaluation du niveau de pression de dégradations : analyse des facteurs « forçants »

Nous pouvons identifier trois catégories de facteurs « forçants » :

1. **Le niveau de menace :** il faut considérer différents facteurs susceptibles de provoquer une réduction de la surface de la zone, de réduire sa valeur patrimoniale et enfin de perturber la dynamique naturelle du milieu. À partir de ces informations, il convient d'établir alors trois niveaux de menaces par expertise (fort, moyen, faible).

2. **Le niveau de protection réglementaire :** ici encore, trois niveaux de protection décroissante sont suggérés (tableau ci-dessous).

niveau (par protection décroissante)	exemple
1 : + de 50 % de la surface bénéficie d'un statut de protection ou d'une maîtrise foncière favorable à la conservation des habitats et des espèces	Conservatoire du littoral, réserve naturelle, arrêté de protection de biotope, réserve de chasse, réserve biologique dirigée (ONF)…
2 : + de 50 % de la surface bénéficie d'un statut particulier permettant la mise en place de mesures favorables à la conservation de la zone humide	Natura 2000, site inscrit, ZPS, ZSC au titre des Directives « Oiseaux » et « Habitats »
3 : site sans mesure particulière de conservation ou dont l'étendue de la protection est minoritaire (< 50 %)	

3. **Le niveau de gestion :** deux niveaux sont proposés. Le niveau 1 (tableau ci-dessous) étant le plus favorable.

niveau 1	niveau 2
1 : + de 50 % de la surface bénéficie d'un statut de protection ou d'une maîtrise foncière favorable à la conservation des habitats et des espèces	Conservatoire du littoral, réserve naturelle, arrêté de protection de biotope, réserve de chasse, réserve biologique dirigée (ONF)…
2 : + de 50 % de la surface bénéficie d'un statut particulier permettant la mise en place de mesures favorables à la conservation de la zone humide	Natura 2000, site inscrit, ZPS, ZSC au titre des Directives « Oiseaux » et « Habitats »
3 : site sans mesure particulière de conservation ou dont l'étendue de la protection est minoritaire (< 50 %)	

> 1.2 Remarque sur l'exercice de hiérarchisation

Il faut garder à l'esprit que cet exercice est forcément réducteur. De plus, il ne prend pas en compte les volets touristiques et économiques. Toutefois, il permet de comparer les zones humides entres elles et peut constituer un outil de réflexion léger pour l'aide à la décision et la communication (CPNS, 2007). Enfin, la création d'un plan d'action en adéquation avec cette démarche doit permettre de proposer des interventions sur les milieux qui soient adaptées en utilisant les outils de préservation disponibles.

> 1.3 Hiérarchiser les sites : vers un plan d'action

Les différents indices ou notes attribuées à chaque site permettent de les hiérarchiser puis d'y attribuer un niveau d'intervention adéquat. Le plan d'action que nous proposons ci-après tient compte en premier lieu du critère biologique. Cela se justifie par le fait que la « valeur biologique » d'un site peut nécessiter une gestion alors qu'une « valeur hydrologique » peut être conservé par un classement « spécifique » au sein d'un document d'urbanisme (PLU, SCOT,…).

Le plan d'actions à quatre niveaux (d'après le CPNS, 2007) :

Niveau 1 : zones humides d'intérêt départemental justifiant une protection réglementaire et nécessitant une gestion.

Sites à richesse biologique forte et • risque de destruction directe supérieur au risque de dégradation « naturelle » • ou existence d'une demande sociale locale	maîtrise d'ouvrage pouvant être confiée à un conservatoire avec élaboration d'un plan de gestion

Niveau 2 : zones humides d'intérêt départemental nécessitant une gestion conservatoire.

Sites à forte richesse biologique et • faisabilité foncière forte (volonté communale,…) • risque de fermeture du milieu naturelle (atterrissement, embroussaillement) supérieur au risque de destruction directe	maîtrise d'ouvrage pouvant être confiée à un conservatoire avec élaboration d'un plan de gestion

Niveau 3 : zones humides d'intérêt local dont la gestion peut être prise en charge par les collectivités ou structures locales.

Maîtrise d'ouvrage locale (association, propriétaire ou collectivité) + soutien technique d'une structure compétente (conservatoire, association naturaliste,…) pour approfondir les investigations (cartographie, inventaire faune / flore, notice de gestion).

Niveau 4 : zones humides d'intérêt local ne nécessitant pas de gestion particulière et pouvant être conservées par un classement de protection dans les documents d'urbanisme (PLU, SCOT, POS,…).

Au minimum, ces sites feront l'objet d'un classement « N » au PLU, assurant leur « non urbanisation ». Un porter à connaissance devra être effectué au niveau communal ou cantonal par l'envoi d'un document de référence (voir fiche site en 3.).

Remarque

Le niveau 1 peut constituer un niveau d'alerte en prévision, par exemple, d'un classement des sites concernés en APPB (Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope).

Les classements pourront varier en fonction de l'évolution des pressions sur les sites et de l'approfondissement des connaissances biologiques et fonctionnelles.

Le classement au sein des documents d'urbanisme est le socle commun à chaque niveau d'action.

> 2 Restitution : création de fiches d'identité

Les données récoltées sur le terrain, aussi bien pour la délimitation que pour la caractérisation, doivent renseigner une base de données et permettre la création d'une fiche d'identité. Ainsi, au niveau d'une commune ou d'un bassin versant, un classeur de fiches de zones humides effectives pourra constituer un élément de cartographie et d'information déterminant en vue de la préservation de ces milieux.

Les fiches ainsi constituées seront un outil de mise en place du plan d'actions (figure 15 page suivante, source CPNS).

Figure 15

Commune (s) : classement dans les documents d'urbanisme :

Cartographie de la zone humide et de son espace de fonctionnalité

Photographie du site

La zone humide en chiffres Alt : Surface : ZHE : Surface EF	Alimentation en eau	Type : intérêt : État :

Fonctions et valeurs principales :
Hydrologiques :
Biologiques :
Socio-économiques :

Intérêt patrimonial :
Habitats :
Espèces :

Bilan des pressions influençant la zone humide :

Orientations d'actions :

Régime foncier :
Privée
Public
Gestionnaire :
Aucun
Nom
Instruments contractuels et financiers :
DOCOB Natura 2000
CRE / Contrat de bassin
Autres inventaires :
Natura 2000
ZNIEFF 1 :
Type 1
Type 2
ZNIEFF 2 :
Type 1
Type 2
ZICO
RAMSAR
Statut(s) de protection :
ZPS
ZSC
APPB

> 3 Exemple de caractérisation et d'analyse d'un site en zone humide littorale (le Marais poitevin)

Le Parc Interrégional a été missionné pour mener l'étude « Analyse territoriale des enjeux liés à l'usage des sols dans le Marais poitevin » à la demande de la Commission de Coordination des trois SAGE du Marais poitevin afin de constituer un outil d'aide à la décision au service des Commissions Locales de l'Eau.

L'étude correspond à une caractérisation de la zone humide par croisement entre des paramètres liés à l'usage des sols et à la richesse écologique des milieux de manière à identifier les secteurs sur lesquels il faut intervenir.

Le travail préliminaire a consisté à définir les compartiments hydrauliques, unité d'analyse de l'étude (notion similaire à celle d'UHC), en procédant à une description du fonctionnement hydraulique de l'ensemble de la zone humide par consultation auprès des gestionnaires locaux que sont les syndicats de marais. 269 compartiments hydrauliques ont ainsi été mis en évidence.

Par la suite, l'état des lieux se base sur le renseignement des 5 familles de critères qui se déclinent au total en 37 paramètres. Les 5 familles de critères sont : Agriculture et usage des sols ; Critères hydrauliques et réseau ; Milieux terrestres ; Milieux aquatiques et Milieux naturels et activités humaines (tableau 13 ci-dessous).

famille	code	paramètres	unités
agriculture et usage des sols	A0	taux de SAU	SAU / surface compartiment
	A1	taux de surface cultivée=SC	% / SAU
	A2	taux de prairies permanentes	% / SAU
	A3	taux de drainage par drains enterrés	% / SC
	A4	taux de friches	% en ZPS / surface compartiment
	A5	critère pédologique	très bon (5) à très mauvais (0)
	A6	densité d'infrastructure routière et ferroviaires	% / surface compartiment
	A7	densité de bâti	% / surface compartiment
	A8	secteur à + de 2/3 cultivé : SC>2/3	de 67 à 100% en 5 classes
critères hydrauliques et réseaux	B1	maillage hydraulique (hors réseau linéaire)	m/ha en 4 classes
	B2	état d'entretien des réseaux (tertiaire)	bon (3) à très mauvais (0)
	B3	inondabilité de récurrence 5 ans	% / surface compartiment
	B4	soutien étiage	0-3 très difficile-difficile-moyen-bon

famille	code	paramètres	unités
milieux terrestre	C1	taux de zps	SAU / surface compartiment
	C2	taux de cultures en zps	%
	C3	mesures de gestion conservatoire	unités
	C4	mesures de protection réglementaire	unités
	C5	maîtrise foncières	unités
	C6	contractualisation de prairies : mae	% / surface compartiment
	C7	znieff type 1 : surfaces	% / surface compartiment
	C7 bis	znieff type 1 : nombre de sites	unités
	C8	milieux naturels = sm (prairies, bois, friches)	% / surface compartiment
	C9	surface en eau (hors maillage hydraulique)	% / surface compartiment
	C10	présence d'espèces déterminantes	importante(2)-moyenne-faible(0)
	C11	corridors écologiques - densité linaire	% / surface compartiment
milieux aquatiques	D1	migration piscicole	bonne(2) à mauvaise(0)
	D2	frayères	importantes(2) à aucune (0)
	D3	étiages du réseau hydrauliques tertiaire	rarement(2) parfois(1) la plupart des années(0)
	D4	assèchement de marais mouillés	important(2) partiel(1) aucun(0)
milieux naturels et activité humaine	E1	boisement	% / surface compartiment
	E2	pêche : pratique de l'activité	peu fréquenté(0) à très fréquenté(2)
		pêche : empoissonnement	oui(1) non(0)
	E3	hébergements touristiques marchands	unités
	E4	patrimoine touristique et de loisirs	unités
	E5	activités nautiques	unités
	E6	itinéraires pédestres ou cyclables	unités
	E7	installations cynégétiques	unités pour compartiment de 50 ha

Tableau 13 : les 37 paramètres d'évaluation et leurs unités

Une base de données descriptives est ainsi définie à l'échelle de chaque compartiment hydraulique. Chacun des 37 paramètres est traduit en système de notation afin d'être intégré à l'analyse et permettre une approche comparative.

Mode d'analyse

Par la suite, une double analyse consiste d'une part à identifier les enjeux par une analyse fonctionnelle (enjeu ressource en eau, enjeu biodiversité et enjeu économique) et d'autre part à apprécier la notion de gain environnemental illustré par l'analyse stratégique (double approche entre l'état de la valeur environnementale des milieux et l'état de l'impact anthropique sur les milieux permettant d'orienter les stratégies d'intervention).

Le tableau d'analyse suivant (tableau 14) illustre les notations d'analyse selon trois exemples de compartiments situés au niveau de typologies de marais distinctes : compartiment 1 (marais mouillé), 2 (marais intermédiaire) et 3 (marais desséché).

				exemple 1	exemple 2	exemple 3
ANALYSE FONCTIONNELLE	enjeu ressource en eau	fonctionnalité hydraulique		2,25	1,46	1,67
		capacité d'autoépuration intrinsèque		0,49	0,11	1,22
		pression liée aux flux d'origine agricole		2,48	5	2
		risque soumis à la pression culturale		- 2	- 4,9	- 0,8
	enjeu patrimoine écologique, biodiversité	fonctionnement biologique piscicole		2,5	1,25	1,25
		richesse biologique des milieux		0,89	0,21	3,56
		actions de valorisation environnementale		0	0	0,96
	enjeu économique	activité agricole	indice d'aptitude céréalière	-1,04	3,99	1,9
		activité touristique et de loisir		1,15	0,77	0,45
		infrastructure et urbanisation		0,976	0	1,38
ANALYSE STRATEGIQUE	paramètres de valorisation des milieux	taux de milieux naturels (prairies, boisements, friches), surface en eau, maillage hydraulique, inonabilité, ZNIEFF, ZPS, corridors, espèces déterminantes, actions de valorisation environnementales		1,6	0,2	2,8
	paramètres de perturbation des milieux	densité d'urbanisation (infrastructures routières et bâties), taux de cultures, taux de drainage		2	3,3	1,8

Tableau 14 : les deux volets d'analyse des enjeux sur les marais

Des fiches d'identité réalisées pour chaque compartiment hydraulique sont également structurées selon ces analyses en détaillant les paramètres respectifs (voir ci-après).

Des cartes identifiant les notations de paramètres et d'analyse de chaque compartiment hydraulique permettent également une approche comparative à l'échelle de la zone humide.

Exemple 1 : Marais mouillé

Analyse stratégique

Paramètres de valeur environnementale des milieux

- le compartiment peut être inondable du fait de sa situation en bordure immédiate avec le basin versant,
- aucune ZNIEFF n'est identifiée sur le compartiment,
- les milieux naturels (prairies permanentes, boisement, friches) représentent environ 11 % de la surface du compartiment,
- présence moyenne d'espèces et d'habitats remarquables inféodés aux zones humides,
- le compartiment est presque intégralement classé en ZPS,
- le compartiment ne bénéficie pas d'actions de valorisation environnementale.

➢La valeur environnementale du compartiment est relativement faible

Paramètres d'impact sur les milieux

- le compartiment est très cultivé avec 82 % de sa surface occupée par des surfaces cultivées,
- les cultures ne sont pas drainées par drains enterrés,
- la densité du bâti est très faible sur le compartiment (inondabilité),
- le compartiment présente une densité d'infrastructures routières moyenne essentiellement en proximité immédiate.

➢Le degré d'impact anthropique du compartiment est moyen

Analyse fonctionnelle

Enjeu ressource en eau

Fonctionnalité hydraulique

- le compartiment peu être inondable du fait de sa situation en bordure immédiate avec le basin versant,
- le compartiment présente des problèmes d'assecs du fait de la nature des terrains et d'une gestion basse des niveaux,
- le tertiaire privé est en état moyen.

➢La fonctionnalité hydraulique est correcte

Capacité d'autoépuration liée aux flux d'origine agricole (surface cultivée)

- les données récemment intégrées de la Base de Données Topographiques issue du Référentiel à Grande Echelle n'ont pas été extraites afin de définir la densité du maillage hydraulique sur ce secteur,
- la surface cultivée représente l'intégralité de la surface agricole du compartiment, les cultures sont drainées par drains enterrés.

➢La pression liée aux pollutions diffuses des cultures est moyenne
➢Risque soumis à la pression culturale (surface cultivée) n'est pas appréciable

Exemple 1 : Marais mouillé (suite)

Enjeu patrimoine écologique

Fonctionnalité biologique des réseaux

- la migration piscicole est moyenne sur le compartiment en raison de la présence d'ouvrages et du fait des assecs,
- le compartiment présente des zones de frayères.

Intérêt biologique des milieux

- aucune ZNIEFF n'est identifiée sur le compartiment,
- les milieux naturels (prairies permanentes, boisement, friches) représentent environ 11 % de la surface du compartiment,
- présence moyenne d'espèces et d'habitats remarquables inféodés aux zones humides.

➢ Le compartiment présente une richesse biologique assez importante

Action de valorisation environnementale

- le compartiment est intégralement classée en ZPS,
- le compartiment ne bénéficie ni de mesure de protection, ne de mesure de gestion, ni d'acquisition,
- le compartiment n'est pas concerné par des mesures agro-environnementales.

➢ Le compartiment n'est pas soutenu par des actions de valorisation environnementale très faibles des milieux

Enjeu économique

Activité agricole

- la SAU représente 83 % de la surface du compartiment,
- la surface agricole est couverte par des surfaces cultivées,
  En dehors, environ 4% de friches et 6% de boisement
- les sols sont constitués de limons fluviatiles,
- le secteur est inondable par l'apport du bassin versant

➢ L'indice d'aptitude céréalière est faible
➢ Inadéquation des pratiques agricoles dans le respect de la vocation des milieux

Activité touristique et de loisirs

- le compartiment est moyennement fréquenté par des activités de pêche,
- le compartiment ne présente pas de mares de tonnes et de chasse d'attractivité,
- le compartiment est traversé par un sentier pédestre de petite randonnée.

➢ Le compartiment est moyennement fréquenté par des activités touristiques et de loisirs

Infrastructures urbanistiques

- la densité du bâti est faible sur le compartiment (inondabilité),
- le compartiment présente une densité d'infrastructures routières moyenne.

➢ Le compartiment présente une artificialisation du milieu faible

Exemple 2 : Marais intermédiaire

Analyse stratégique

Paramètres de valeur environnementale des milieux

- le compartiment n'est pas inondable,
- une ZNIEFF est identifiée sur l'emprise du compartiment et concerne environ 1,5 % de la surface du compartiment,
- les milieux naturels (prairies permanentes, boisement, friches) représentent seulement 0,6 % de la surface du compartiment,
- présence faible d'espèces et d'habitats remarquables inféodés aux zones humides,
- seulement 3 % de la surface du compartiment est classée en ZPS,
- le compartiment est très peu soutenu par des actions de valorisation environnementale,
- le réseau hydraulique est pratiquement absent,
- le compartiment est situé en bordure immédiate du canal de la Baisse, axe hydraulique majeur à valoriser en tant que corridor écologique.

➢La valeur environnementale du compartiment est très faible

Paramètres d'impact sur les milieux

- 98 % des terrains du compartiment sont cultivés entre 75 et 100 % des terrains cultivés sont drainées par drains enterrés,
- la densité du bâti est nulle sur le compartiment,
- le compartiment présente une densité d'infrastructures routières nulle.

➢Le degré d'impact anthropique du compartiment est élevé

Analyse fonctionnelle

Enjeu ressource en eau

Fonctionnalité hydraulique

- le compartiment n'est pas inondable,
- le compartiment dispose d'une alimentation estivale correcte par les lâchers d'eau du barrage de Mervent,
- le tertiaire privé est colmaté suite aux aménagements de drainage.

➢La fonctionnalité hydraulique est moyenne

Capacité d'autoépuration liée aux flux d'origine agricole (surface cultivée)

- le réseau hydraulique est quasiment absent,
- la surface cultivée représente l'intégralité de la Surface Agricole du compartiment, entre 75 et 100 % des cultures sont drainées par drains enterrés.

➢La pression liée aux pollutions diffuses des cultures est très importante
➢Risque soumis à la pression culturale (surface cultivée) est très élevée

Exemple 2 : Marais intermédiaire (suite)

Enjeu patrimoine écologique

Fonctionnalité biologique des réseaux

- la migration piscicole est bonne sur les émissaires périphériques du compartiment,
- le compartiment ne présente pas de zones de frayères.

Intérêt biologique des milieux

- une ZNIEFF (prairies relictuelles de l'ancien communal de Vouillé et ses abords) est identifiée sur l'emprise du compartiment et concerne environ 1,5 % de la surface du compartiment,
- les milieux naturels (prairies permanentes, boisement, friches) représentent seulement 0,6% de la surface du compartiment,
- présence faible d'espèces et d'habitats remarquables inféodés aux zones humides.

➢ Le compartiment présente une richesse biologique des milieux très faible

Action de valorisation environnementale

- seulement 3 % de la surface du compartiment est classée en ZPS,
- le compartiment ne bénéficie ni de mesure de protection, ni de mesure de gestion, ni d'acquisition,
- le compartiment n'est pas concerné par des mesures agro-environnementales.

➢ Le compartiment est très peu soutenu par des actions de valorisation environnementale

Enjeu économique

Activité agricole

- la SAU représente pratiquement l'intégralité de la surface du compartiment,
- l'intégralité de la surface agricole est couverte par des surfaces cultivées,
- entre 75 et 100 % des terrains cultivés sont drainés par drains enterrés,
- les sols sont constitués de bris anciens originellement mal drainés,
- le compartiment ne présente pas de secteurs inondables de récurrence faible.

➢ L'indice d'aptitude céréalière est assez important

Activité touristique et de loisirs

- le compartiment est très fréquenté par des activités de pêche,
- le compartiment ne présente pas d'attractivité pour la chasse au gibier d'eau,
- le compartiment n'est pas traversé par des sentiers pédestres ou cyclables.

➢ Le compartiment est peu fréquenté par des activités touristiques et de loisirs

Infrastructures urbanistiques

- la densité du bâti est nulle sur le compartiment,
- le compartiment présente une densité d'infrastructures routières nulle.

➢ Le compartiment présente une artificialisation du milieu nulle

Exemple 3 : Marais desséché

Analyse stratégique

Paramètres de valeur environnementale des milieux

- le compartiment n'est pas inondable,
- deux ZNIEFF sont identifiées sur l'emprise du compartiment et concernent environ 73 % de la surface du compartiment,
- les milieux naturels (prairies permanentes, boisement, friches) représentent 74 % de la surface du compartiment,
- présence importante d'espèces et d'habitats remarquables inféodés aux zones humides,
- l'intégralité du compartiment est classée en ZPS,
- le compartiment est faiblement soutenu par des actions de valorisation environnementale,
- le réseau hydraulique est assez dense,
- le compartiment est situé en bordure immédiate du canal de Champagne, axe hydraulique majeur à valoriser en tant que corridor écologique.

➢La valeur environnementale du compartiment est assez élevée

Paramètres d'impact sur les milieux

- 24 % des terrains du compartiment sont cultivés,
- entre 10 et 25 % des terrains cultivés sont drainés par drains enterrés,
- la densité du bâti est assez faible sur le compartiment,
- le compartiment présente une densité d'infrastructures routières moyenne.

➢Le degré d'impact anthropique du compartiment est relativement faible

Analyse fonctionnelle

Enjeu ressource en eau

Fonctionnalité hydraulique

- le compartiment n'est pas inondable,
- le compartiment dispose d'une alimentation estivale difficile par les lâchers d'eau du barrage de Mervent renforcée par une station de pompage,
- le tertiaire privé est en état moyen à mauvais,
- le réseau tertiaire du compartiment subit partiellement les assecs estivaux.

➢La fonctionnalité hydraulique est moyenne

Capacité d'autoépuration liée aux flux d'origine agricole (surface cultivée)

- le réseau hydraulique est assez dense,
- la surface cultivée représente 25 % de la Surface Agricole du compartiment, entre 10 et 25 % des terrains cultivés sont drainés par drains enterrés.

➢La pression liée aux pollutions diffuses des cultures est assez faible
➢Risque soumis à la pression culturale (surface cultivée) est faible

Exemple 3 : Marais desséché (suite)

Enjeu patrimoine écologique

Fonctionnalité biologique des réseaux

- la migration piscicole est mauvaise sur le compartiment
- le compartiment ne présente pas de zones de frayères

Intérêt biologique des milieux

- deux ZNIEFF (marais de Champagne, ceinture du canal des Hollandais et ses abords) sont identifiées sur l'emprise du compartiment et concernent environ 73 % de la surface du compartiment,
- les milieux naturels (prairies permanentes, boisement, friches) représentent 74 % de la surface du compartiment,
- présence importante d'espèces et d'habitats remarquables inféodés aux zones humides (prairies des systèmes subsaumâtres sur bris, secteur de reproduction de la Guifette Noire, en proximité immédiate d'une station à Cuivré-des-Marais).

➢Le compartiment présente une richesse biologique des milieux importante

Action de valorisation environnementale

- l'intégralité du compartiment est classée en ZPS,
- le compartiment ne bénéficie ni de mesures de gestion, ni de mesures de protection, ni de mesures d'acquisition,
- 68% de la surface du compartiment sont concernés par des mesures agro-environnementales en cours jusqu'à juin 2007.

➢Le compartiment est faiblement soutenu par des actions de valorisation environnementale importantes

Enjeu économique

Activité agricole

- la SAU représente 98 % de la surface du compartiment,
- 25 % de la surface agricole est couverte par des surfaces cultivées, environ 2 % de la surface du compartiment sont couverts par des friches,
- entre 10 et 25 % des terrains cultivés sont drainés par drains enterrés,
- les sols sont constitués de bris anciens,
- le compartiment ne présente pas de secteurs inondables de récurrence faible.

➢L'indice d'aptitude céréalière est assez faible

➢Les pratiques agricoles sont en adéquation avec la vocation du milieu

Activité touristique et de loisirs

- le compartiment est moyennement fréquenté par des activités de pêche,
- le compartiment présente une mare de tonne de chasse et présente ainsi une attractivité pour la chasse au gibier d'eau.

➢Le compartiment est faiblement fréquenté par des activités touristiques et de loisirs

Infrastructures urbanistiques

- la densité du bâti est assez faible sur le compartiment,
- le compartiment présente une densité d'infrastructures routières moyenne.

➢Le compartiment présente une artificialisation du milieu moyenne

Quelques propositions d'actions

L'analyse des enjeux constitue un diagnostic permettant ainsi de proposer des actions d'aménagement.

En fonction de l'analyse par thème, il est suggéré dans l'étude des préconisations d'actions, qui relèvent seulement de propositions et ne présentent pas un caractère exhaustif, en respect du cahier des charges de l'étude qui prévoyait de se limiter à un diagnostic du territoire.

Ci-dessous, la liste des types d'actions préconisées :

- mesures compensatoires au drainage enterré,
- reconquête de prairies,
- maintien des prairies humides,
- gestion conservatoire,
- protection,
- acquisition,
- mesures de réduction des impacts de la pression d'urbanisme et routière,
- restauration des fossés,
- restauration des zones d'expansion des crues,
- maintien des niveaux d'eau / limiter les assecs,
- connexion / extension de milieux à forts enjeux environnementaux,
- inciter les MAE,
- valorisation et restauration de milieux naturels, adaptation de pratiques.

Les perspectives de l'étude prévoient d'établir des stratégies d'action détaillées à destination des SAGE, pour maintenir et accompagner une exploitation durable du territoire dans le respect du patrimoine qu'il constitue, en se basant sur le diagnostic établi.

Source : Parc Interrégional du Marais poitevin

> 4 Exemple d'analyse fonctionnelle : *modalisation des enjeux écologiques fonctionnels des habitats et des complexes d'habitats de l'estuaire de la Loire.* GIP Loire Estuaire, 2007.

L'étude intitulée *Modalisation des enjeux écologiques fonctionnels des habitats et des complexes d'habitats de l'estuaire de la Loire,* proposée par le groupe d'experts constitué d'Anne-Laure Barillé (Bio littoral), Frédéric Bioret (Université de Bretagne Occidentale), Loïc Marion (Université de Rennes 1) et Didier Montfort (Ouest Aménagement) pour le compte du GIP Loire estuaire, a conduit à la conception d'un outil d'évaluation environnementale. Celui-ci est basé sur une analyse spatiale multicritère focalisée sur l'observation de bio-indicateurs pertinents et des habitats.

Les informations traitées et les indicateurs

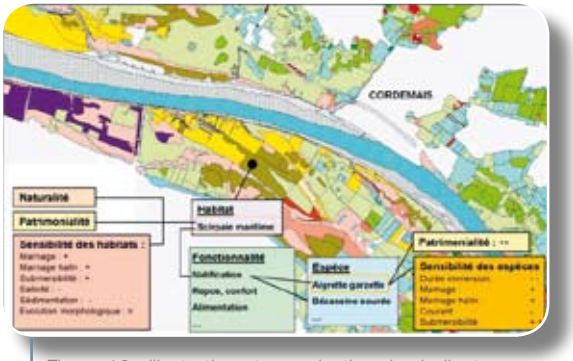


Figure 16 : illustration et organisation des indicateurs et informations prises en compte (GIP Loire estuaire, 2007)

L'intérêt écologique et patrimonial est évalué au travers de l'analyse des fonctionnalités des habitats vis-à-vis des espèces (bio-indicatrices). La sensibilité des habitats et des espèces aux facteurs abiotiques est également considérée comme déterminante (figure 16).

Des fiches d'identité réalisées pour chaque compartiment hydraulique sont également structurées selon ces analyses en détaillant les paramètres respectifs (voir ci-après).

Des cartes identifiant les notations de paramètres et d'analyse de chaque compartiment hydraulique permettent également une approche comparative à l'échelle de la zone humide.

Construction d'une typologie des habitats fonctionnels

La démarche propose d'identifier les « entités spatiales » correspondant à des agrégations d'habitats naturels et semi-naturels selon les fonctions écologiques et les relations de biocénose associées, c'est-à-dire selon les fonctions des habitats vis-à-vis de différents groupes taxonomiques indicateurs (figure 17).

C'est sur la base de ces habitats « fonctionnels » que les données relatives aux espèces et aux facteurs abiotiques ont été structurées.

Ainsi sont regroupés :

- les habitats terrestres selon leurs utilisations par les oiseaux au cours de leur cycle de vie,
- les habitats aquatiques en fonction des relations entre les conditions physico-chimiques et les groupes faunistiques.

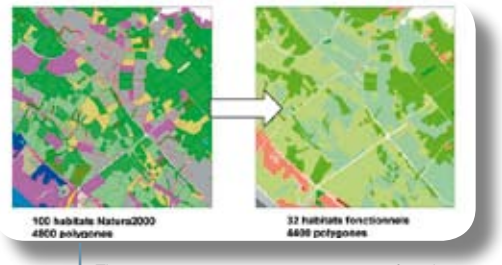


Figure 17 : regroupement par catégories d'habitats fonctionnels (GIP Loire Estuaire, 2007)

L'évaluation de la fonctionnalité

Le groupe d'experts, dans le contexte de l'étude (estuaire de la Loire), illustre et évalue la fonctionnalité à partir de trois critères synthétiques.

- La naturalité fonctionnelle des habitats. Elle est définie par un « indice de préservation des habitats originels par rapport à l'altération subie en raison de l'activité anthropique ».

Cotation retenue :

5 *habitat naturel primaire non exploité ou transformé par les activités humaines*
4 *habitat naturel pâturé ou exploité (l'exploitation n'altère que peu l'aspect naturel)*
3 *prairie semi-naturelle pâturé ou fauché, + boisement caducifolié exploité*
2 *habitat semi-naturel secondaire en voie de renaturation spontanée :*
2A vers un habitat originel
2B vers un habitat différent
1 *habitat secondaire anthropique : culture, plantations, digues*

- Le rôle fonctionnel des habitats pour le benthos et les poissons.

  - Les organismes benthiques ont été choisis car ils assurent une part importante de la fonction trophique (notamment le transfert trophique vers les échelons supérieurs) du milieu (choix spécifique de l'étude).

Le « score fonctionnel » de la faune benthique est calculé sur les niveaux d'abondance de chaque espèce sur chaque polygone (0 : absence, 1 : densité faible, 2 : densité forte). De plus, un « score d'épuration » est affecté en fonction de l'importance de l'action de l'espèce sur la fonction épuratrice et oxydatrice du sédiment (0 à 3).

  - Le rôle fonctionnel des habitats pour les organismes vagiles (organismes capables de grands déplacements) : poissons, crevettes, zooplancton. Sont estimées les fonctions d'habitat permanent, les fonctions de nourricerie ainsi que de voie de migration vis-à-vis de certains de ces organismes.

- Le rôle des habitats pour les oiseaux. Les zones humides sont potentiellement très fréquentées par les oiseaux. Une sélection d'espèces caractéristiques et emblématiques peut être alors effectuée. Dans un second temps, la démarche préconise de renseigner les entités d'habitats à partir de leurs importances fonctionnelles vis-à-vis des fonctions suivantes :

  - zones de nidification effectives et / ou fortement potentielles,

  - zones d'alimentation effectives et / ou fortement potentielles en période de reproduction,

- zones de repos et d'activités de confort, effectives et / ou fortement potentielles en période de migration et/ou d'hivernage,

- zones d'alimentation effectives et / ou fortement potentielles en période de migration et / ou d'hivernage.

La valeur patrimoniale

Une évaluation patrimoniale des espèces et des groupes d'espèces préalablement sélectionnés est effectuée sur la base des listes et des annexes de la directive Habitats « Faune Flore » (Natura 2000) notamment. Les habitats sont également appréciés.

La sensibilité écologique

Chaque habitat possède une sensibilité écologique aux changements des facteurs abiotiques. Une estimation de cette sensibilité se fait selon différents facteurs physico-chimiques appropriés (sous l'influence anthropique ou non). Un score « effet » est attribué pour chaque facteur allant de – 3 (effet très négatif) à + 3 (effet très positif). Cette cotation et le choix des facteurs dépendent du contexte de l'étude.

Remarques

Ce type d'analyse permet d'établir un état des lieux initial ainsi que d'évaluer les impacts environnementaux des pressions abiotiques (anthropiques ou non) sur l'écologie des milieux par un croisement des informations.

La spatialisation des fonctionnalités permet, en outre, de considérer un ensemble d'habitats en tant qu'unité fonctionnelle (vis-à-vis d'une espèce) cohérente.

Cet outil s'inscrit donc dans les perspectives d'évaluation environnementale et de lecture cohérente du territoire. Ces étapes permettent d'envisager la définition de priorité de gestion et de conservation.

Il convient de noter que cette démarche est présentée ici à titre illustratif mais que l'adaptation de ce type d'analyse est une perspective envisageable. Elle nécessite d'adapter le choix des indicateurs aux contextes variables des milieux humides.

Pour en savoir plus

• **GIP Loire Estuaire, 2007.** *Modélisation des enjeux écologiques fonctionnels des habitats et des complexes d'habitats de l'estuaire de la Loire.* 52 p.

Partie 5 : *Une perspective de suivi*

1 • Perspective de suivi

La phase de caractérisation a mis en jeu un certain nombre de critères (et d'éléments d'évaluation associés) nécessaires pour envisager une « hiérarchisation écologique des sites ».

Un système de veille et d'alerte pour la préservation des milieux peut viser à évaluer les changements de composition, de structure et de fonctionnement des zones humides d'intérêt écologique particulier (Noss, 1990).

Il est de ce fait possible de choisir un nombre de critères inférieur à celui utilisé pour l'inventaire (Grillas in Vives, 1996, Salles, 2001).

Grillas (1996) identifie trois types d'approche dont l'accessibilité est variable.

- l'observation directe d'objets biologiques (espèces, habitats, population) selon des protocoles définis (ATEN, MNHN). Le choix de ces objets se fait selon leur capacité à apporter une information sur l'état de conservation du milieu,
- l'analyse fonctionnelle (hydrologique et processus biologique). Les techniques envisageables sont lourdes,
- l'utilisation d'un SIG pour analyser la structure du paysage.

> 1.1 L'observation directe d'objets biologiques

Quels « objets » ?

Le suivi direct de la biodiversité implique de s'intéresser aux différents objets qui la composent. Nous pouvons distinguer plusieurs éléments particulièrement représentatifs des milieux humides et des hydro systèmes. Ceux-ci peuvent alors faire l'objet de suivi selon des protocoles bien définis.

La végétation

Les végétaux, producteurs primaires à la base des chaînes trophiques, constituent un maillon essentiel de l'écosystème. Ils structurent les habitats dont dépendent les biocénoses associées. De plus, en réagissant aux conditions physiques et chimiques du milieu (et en modifiant aussi ces dernières), les espèces et les communautés végétales constituent d'excellents descripteurs biologiques du fonctionnement hydrologique (Dupieux, 2004).

méthodes de suivi	indication	objet bio.	avantages	inconvénients	références
méthode de Daget-Poissonnet	mesure quantitative et suivi de la dynamique de la végétation. Permet une appréciation quantitative du recouvrement. Particulièrement adaptée au suivi de la dynamique des formations herbacées.	végétation herbacée	- relativement simple à mettre en œuvre, peu onéreuse - méthode non-destructrice - objective	- méthode d'échantillonnage moins qualitative que la méthode phytosociologique	Boudouresque (1991), Daget et Poissonnet (1971), Gounot (1969), Fiers (2004)
protocole de suivi des roselières mis en place dans les réserves naturelles	bien caractériser la roselière, la comparer à d'autres situations, identifier les évolutions possibles	roselières			Mauchand (1998), mauchand et Sinnassamy (2001), Fiers (2004)
protocole de suivi des ripisylves mis en place dans les réserves naturelles	décrire l'état des ripisylves et d'évaluer leur dynamique sur du long terme. Représentation de la structure forestière.	ripisylve	- méthode qui fournit de nombreuses observations selon un protocole rigoureux et standardisé	- mesure des hauteurs difficile de même que l'appréciation de l'homogénéité du milieu	Cluzeau et al (1997), pont (1994, 1995, (1997), pont et le bot (2002), fiers (2004)

Les odonates

Les odonates sont de bons indicateurs biologiques du fonctionnement des hydrosystèmes. Ce groupe présente en effet deux avantages : il répond bien aux variations de conditions stationnelles et l'identification spécifique est relativement simple. De plus, de nombreuses espèces ont une forte valeur patrimoniale.

Illustration 11 : calopterys splendens *(copyright : SFO nationale, 2007)*

méthodes de suivi	indication	objet bio.	avantages	inconvénients	références
capture a vue des odonates	espèces présentes sur le site. Indication éventuelle sur l'abondance (capture selon un parcours et un temps déterminé) tendances d'évolution des espèces.	odonates adultes (période d'activité des imagos : température élevée, ciel dégagé, vent faible, entre 11 h et 15 h)	- matériel léger	- intrusif - subjectivité	Corbet (1999), Dommanget (1981, 1997), Fiers (2004)

Tableau 16 : méthodologie(s) de suivi des odonates

Les amphibiens

Certaines zones humides (mares, gravières, prairies humides et inondables ainsi que des zones périfluviales) constituent des sites importants pour les amphibiens qui s'y reproduisent. Leur contribution à la biodiversité des zones humides est conséquente.

Illustration 12 : amphibien (sources : FMA)

méthodes de suivi	indication	objet bio.	avantages	inconvénients	références
inventaire et suivi des amphibiens les pièges-barrières	dispositif de piégeage en milieu terrestre des individus en migration. Il permet d'évaluer la population (marquage capture recapture) d'un site et une tendance d'évolution	amphibiens (anoures)	- peu coûteuse en temps et accessible au gestionnaire pour évaluer précisément une population d'amphibiens sur un site		Fiers (2004)
suivi semi-quantitatif des amphibiens par pêche	indice d'abondance par espèces	amphibiens (urodèles et larves)		- intrusif - coûteux en temps	Dupieux (2004)

Tableau 17 : méthodologie(s) de suivi des amphibiens

Les macro-invertébrés benthiques : (milieu aquatique)

Les peuplements de macro-invertébrés benthiques sont utilisés pour évaluer la qualité des cours d'eau. À titre d'exemple, l'IBGN (l'indice Biologique Global Normalisé) fait aujourd'hui partie des méthodes couramment utilisées pour l'évaluation et le suivi de la qualité de l'eau et du milieu physique.

méthodes de suivi	indication	objet bio.	avantages	inconvénients	références
IBGN (période des basses eaux estivales)	indications sur la qualité du milieu aquatique (cours d'eau) et de la qualité du substrat. IBGN permet de suivre dans l'espace et le temps de la qualité du cours d'eau.	macro-invertébrés benthiques	- simple puisque ne nécessite ni détermination à l'espèce des organismes, ni comptage exhaustif des individus		Fiers (2004)

Tableau 18 : méthodologie(s) de suivi des macro-invertébrés benthiques

La faune piscicole

L'étude des peuplements de poissons, au même titre que celui des macro-invertébrés benthiques, permet en tant que groupe bio-indicateur de caractériser et suivre le fonctionnement des annexes fluviales ainsi que de connaître et suivre la contribution de ce groupe à la biodiversité du milieu. Bien que facilement identifiable, le suivi de ces peuplements est difficile car les espèces sont très mobiles et les procédés d'échantillonnage (pêche électrique) complexes.

méthodes de suivi	indication	objet bio.	avantages	inconvénients	références
pêche électrique	inventaire et suivi des populations de poissons d'eau douce	poissons d'eau douce	- grande efficacité de capture - respect de la vie des organismes prélevés - conditions opératoires standardisées et reproductibles offrant une grande cohérence des résultats	- efficace jusqu'à 2 m de profondeur - espèces rhéophiles plus difficiles à pêcher selon ce mode opératoire que les espèces grégaires et limnophiles	Philippart (1979), Fiers (2004)

Tableau 19 : méthodologie(s) de suivi de la faune piscicole

L'avifaune

Les zones humides sont des milieux particulièrement importants pour les oiseaux. Ils leur procurent habitat et source d'alimentation. Ces écosystèmes supportent une diversité biologique d'oiseaux extrêmement grande. En haut des chaînes trophiques, la présence de certaines espèces peut traduire un certain équilibre écologique.

Illustration 13 : Bergeronnette printanière, Barge à queue noire (J.Y. Piel - LPO 17) et Busard des roseaux (FMA)

méthodes de suivi	indication	objet bio.	avantages	inconvénients	références
mesure de l'abondance relative et suivi de population d'oiseaux par les indices ponctuels d'abondance (ipa)	consiste à noter toutes les informations (visuelles, auditives) faites à partir d'un point fixe pendant une durée de comptage déterminée	oiseaux	- rapide - souple d'utilisation - bonne reproductibilité - parcours d'écoute non linéaire - coût relativement faible - aucune préparation de terrain	- pas de densité instantanément (conversion en densité absolue nécessaire) - ne s'applique pas aux espèces à grand rayon d'action - risque de confusion entre les espèces (chants similaires)	Bibby (1992), Blondel, Ferry et Frochot (1970, 1981), Bourbon et Bournaud (1981), Muller (1987), Reynolds et *al* (1980), Roberts (1991), Frochot et Roche (1990), Fiers (2004)

Tableau 20 : méthodologie(s) de suivi des oiseaux

> 1.2 Utilisation d'un SIG pour analyser la structure du paysage

L'approche dite « habitat, écosystème et paysage » consiste à analyser le paysage par l'intégration des hypothèses explicites de MacArthur et Wilson (1967) (théorie biogéographique des îles), sur le rôle que joue la distance entre différents objets, la forme, l'isolement et la surface sur la dynamique biologique du milieu (Turner, 1989).

L'avantage de cette approche paysagère (écologie du paysage) est qu'elle passe par l'intégration de paramètres physiques « simples » à appréhender. Elle distingue le paysage comme un ensemble d'objets qui le composent, et dont les évolutions spatiales sont le signe de ses mécanismes sous-jacents. Cette approche se base sur l'exploitation de cartographie des habitats.

1.2.1 Méthodologie

Les éléments du paysage

Le paysage peut être considéré comme une matrice englobant une mosaïque d'unités paysagères. Ces dernières peuvent être de deux niveaux différents.

- Le niveau « tache » : niveau élémentaire du paysage, fragment d'un type d'habitat (exemple une mare temporaire ou un fragment de l'habitat mares temporaires).
- Les classes : ensemble des taches, ce sont des motifs appartenant au même thème de classification, soit l'ensemble des taches appartenant au même habitat (motifs d'organisation des taches d'un habitat).

Nous pouvons donc considérer trois niveaux intégrés du plus large au plus fin : le paysage (landscape), la classe (patch) et la tache.

Éléments de la mosaïque du paysage :

1 : matrice
2 : tache
3 : corridor

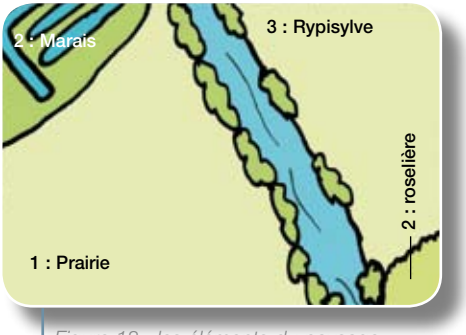


Figure 18 : les éléments du paysage (N. Fromont)

La répartition spatiale relative des habitats est appréhendée par l'étude des classes selon différents indicateurs spatiaux.

Elle permet de définir un état de conservation ou de fragilité d'un habitat. Ainsi, lorsqu'une classe est composée de plusieurs taches, l'habitat sera considéré comme potentiellement fragile car disséminé. Or, il est généralement admis en écologie que la dynamique biologique d'une espèce est plus erratique au sein d'un habitat fragmenté plutôt qu'homogène, et ceci à population égale. C'est donc à ce niveau d'organisation qu'il convient de s'intéresser préférentiellement.

1.2.2 Outils

Les indicateurs spatiaux dans une démarche de suivi temporel

Milhé (2003) recense quatre indices intéressants relatifs à la surface des habitats dans le paysage, leur fragmentation et état de vulnérabilité.

indice	notion mise en avant	nature de l'indication
surface des habitats / part des surfaces des habitats	évolution spatiale surfacique	quantitative
le « Patch Density » (PD)	densité de tâche	quantitative
le « Largest Patch Index » (LPI)	dominance d'une classe	quantitative et qualitative
l'indice de shannon	diversité des tâches	quantitative et qualitative
le « Landscape Shape Index » (LSI)	transformation morphologique des habitats	quantitative et qualitative

Tableau 21: indices spatiaux utiles dans une démarche de suivie des habitats

Les indices surfaciques (surfaces des habitats, part des surfaces des habitats) sont les plus simples à mettre en œuvre et les plus fiables pour l'analyse des évolutions spatiales.

Cependant, Salles (2001) précise que ces derniers sont limités pour l'interprétation qualitative de ces évolutions potentielles. C'est pour compléter cette lacune que les quatre autres (PD, LPI, Shannon et LSI), interprétés en parallèle, sont intéressants.

Ainsi, le LPI (Large Patch Index), associé au nombre de taches, permet d'évaluer la fragmentation des habitats. Le LSI (Landscape Shape Index), couplé à la surface et au nombre de taches d'habitats, ainsi qu'à la longueur totale des limites des habitats, permet de déterminer si les variations potentiellement observées sont dues à une évolution de surface, de forme ou de diversité.

Cette nécessité d'appréciation parallèle peut être un frein à leur utilisation (Milhé, 2003). Il faut mettre en perspective la pertinence des informations apportées pour chaque site afin de diriger leur utilisation. Enfin, l'indice de diversité de Shannon appliqué à l'analyse du paysage à différentes échelles permet de connaître de la diversité des taches ou de l'hétérogénéité du paysage.

Partie 6 : Définition et délimitations juridiques des zones humides prévues par le code de l'environnement (CE), le code des impôts (CI) et le code rural (CR)

1 • Zones humides et reconnaissance de l'intérêt général de leur préservation et de leur gestion durable
(articles L. 211-1 et L. 211-1-1 du code de l'environnement)

Définition

Rappel : *L'article L. 211-1 du code de l'environnement définit comme zones humides « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par les plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».*

Objectif

L'article L. 211-1 *indique : « Les dispositions des chapitres Ier à VII du présent titre ont pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ; cette gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique ».*

L'article L. 211-1-1 précise que « La préservation et la gestion durable des zones humides définies à l'article L. 211-1 sont d'intérêt général ».

Il est nécessaire de mettre en cohérence les diverses politiques publiques sur ces territoires, en particulier dans les SAGE (CE L. 211-1-1).

La définition des zones humides donnée par le 1° de l'article L. 211-1 du code de l'environnement est un socle de base général, sur lequel se fondent les différentes cartographies de zones humides établies à des fins diverses (connaissance, planification et action à titre contractuel ou réglementaire).

À noter : en matière de méthode, les diverses cartographies de zones humides réalisées à des fins notamment de connaissance (comme la prélocalisation des zones humides) peuvent être une base à partir de laquelle un travail plus fin et complémentaire est à réaliser, si nécessaire, pour répondre aux critères et procédures juridiques prévues ci-après. Ces démarches sont complémentaires.

2 • Zones humides soumises à la nomenclature au titre du L. 214-1 et L. 214-7 du code de l'environnement

Définition et délimitation

Il s'agit de définir voire délimiter les zones humides lorsqu'il y est indispensable de sécuriser juridiquement l'application des régimes d'autorisation ou de déclaration des activités, des usages ou des travaux pour l'exercice de la police de l'eau.

Art. L. 214-7-1.- Lorsqu'il l'estime nécessaire pour l'application des articles L. 214-1 et L. 214-7, le préfet peut procéder à la délimitation de tout ou partie des zones humides définies à l'article L. 211-1 en concertation avec les collectivités territoriales et leurs groupements.

L'article R. 211-108 précise que les critères à prendre en compte pour la définition des zones humides sont relatifs « à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. Celles-ci sont définies à partir de listes établies par région biogéographique. En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide ».

« La délimitation des zones humides est effectuée à l'aide des cotes de crue ou de niveau phréatique, ou des fréquences et amplitudes des marées, pertinentes au regard des critères relatifs à la morphologie des sols et à la végétation définis au 1 ».

En tout état de cause, l'absence de délimitation préfectorale ne peut avoir pour effet de priver le terrain de sa qualification de zone humide dès lors que les critères visés à l'article L. 211-1-1 sont réunis.

Objectif

Stricte application de la nomenclature loi sur l'eau sur ces zones.

Rubrique 3.3.1.0 : assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :

- 1° supérieure à 1 ha : autorisation
- 2° supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha : déclaration

L'objectif est d'éviter la dégradation de ces zones, mais ne remet pas en cause les aménagements existants. Les zones à enjeux ou soumises à pressions sont concernées en priorité.

À noter

- possibilité de s'opposer aux déclarations,
- obligation de prendre en compte les principes du SDAGE relatifs aux zones humides lors du traitement des dossiers d'autorisation ou de déclaration par les services de police de l'eau.

3 • Zones humides d'intérêt environnemental particulier (CE : L. 211-3 ; CR : R. 114-1 à R. 114-9)

Définition et délimitation

Le préfet peut délimiter des zones humides d'intérêt environnemental particulier *dont le maintien ou la restauration présente un intérêt pour la gestion intégrée du bassin versant, ou une valeur touristique, écologique, paysagère ou cynégétique particulière.*

Les plans d'aménagement des SAGE (CE : L. 2121-5-1, R. 212-46) intègrent les éléments concernant ces zones. *Ces zones peuvent englober les zones humides dites « zones stratégiques pour la gestion de l'eau » prévues à l'article « L. 212-5-1 ».*

Objectif

Définition et mise en œuvre de programmes d'action visant à restaurer, préserver, gérer et mettre en valeur de façon durable ces zones.

À noter : l'exonération de la Taxe Foncière Non Bâti (TFNB) passe à 100 % sur ces zones.

Extrait du CR R. 114-6 : *« Ce programme définit les mesures à promouvoir par les propriétaires et les exploitants, parmi les actions suivantes :*

- *1° Couverture végétale du sol, permanente ou temporaire ;*
- *2° Travail du sol, gestion des résidus de culture, apports de matière organique favorisant l'infiltration de l'eau et limitant le ruissellement ;*
- *3° Gestion des intrants, notamment des fertilisants, des produits phytosanitaires et de l'eau d'irrigation ;*
- *4° Diversification des cultures par assolement et rotations culturales ;*
- *5° Maintien ou création de haies, talus, murets, fossés d'infiltration et aménagements ralentissant ou déviant l'écoulement des eaux ;*
- *6° Restauration ou entretien d'un couvert végétal spécifique ;*
- *7° Restauration ou entretien de mares, plans d'eau ou zones humides ».*

Le programme d'action détermine les objectifs à atteindre selon le type d'action pour chacune des parties de la zone concernée, en les quantifiant dans toute la mesure du possible, et les délais correspondants.

Il présente les moyens prévus pour atteindre ces objectifs et indique notamment les aides publiques dont certaines mesures peuvent bénéficier ainsi que leurs conditions et modalités d'attribution.

Il expose les effets escomptés sur le milieu et précise les indicateurs quantitatifs qui permettront de les évaluer.

Il comprend une évaluation sommaire de l'impact technique et financier des mesures envisagées sur les propriétaires et exploitants concernés.

***CR R. 114-8 :** « Le préfet peut, à l'expiration d'un délai de trois ans suivant la publication du programme d'action, compte tenu des résultats de la mise en œuvre de ce programme en regard des objectifs fixés, décider de rendre obligatoires, dans les délais et les conditions qu'il fixe, certaines des mesures préconisées par le programme ».*

4 • Zones stratégiques pour la gestion de l'eau (CE : L. 212-5-1, L. 211-12 et L. 211-3)

Définition et délimitation

Le plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques des SAGE (CE : L. 212-5-1 et R. 212-46) peut délimiter des « zones stratégiques pour la gestion de l'eau » « dont la préservation ou la restauration contribue à la réalisation des objectifs visés au IV de l'article L. 212-1 » (objectifs de qualité et de quantité des eaux que fixent les SAGE, c'est-à-dire le bon état écologique et chimique pour les eaux de surface, ou prévention de la détérioration de la qualité des eaux) à l'intérieur des « zones humides d'intérêt environnemental particulier » délimitées par le préfet (L. 211-3).

Objectif

Mise en place de servitudes d'utilité publique par arrêté préfectoral (L. 211-12 du code de l'environnement) :

- possibilité d'obliger les propriétaires et les exploitants de s'abstenir de tout acte de nature à nuire à la nature et au rôle ainsi qu'à l'entretien et à la conservation de la zone, notamment le drainage ou le retournement de prairie,

- possibilité d'identifier les éléments dont la suppression ou l'instauration est rendue obligatoire.

Sur ces zones, les modes d'utilisation du sol peuvent être contrôlés lors du renouvellement des baux ruraux ; le droit de préemption urbain peut y être appliqué.

5 • Listes communales des propriétés non bâties classées dans la 2ème et 6ème catégorie et situées dans les zones humides (CE : L. 211-1, CI : 1395D)

Définition et délimitation

Le maire, sur proposition de la commission communale des impôts directs, établit la liste communale (art 1395D du code des impôts) des propriétés non bâties classées « dans les 2ème et 6ème catégories définies à l'article 18 de l'instruction ministérielle du 31 décembre 1908 » (c'est-à-dire dont la nature de culture est prés et prairies naturels, herbages, pâturages, landes, marais, pâtis de bruyères, terres vaines et vagues) et situées dans les zones humides (L. 211-1).

À noter : une délimitation préfectorale préalable n'est pas juridiquement nécessaire dès lors que les critères visés à l'article L. 211-1-1 sont réunis.

Objectif

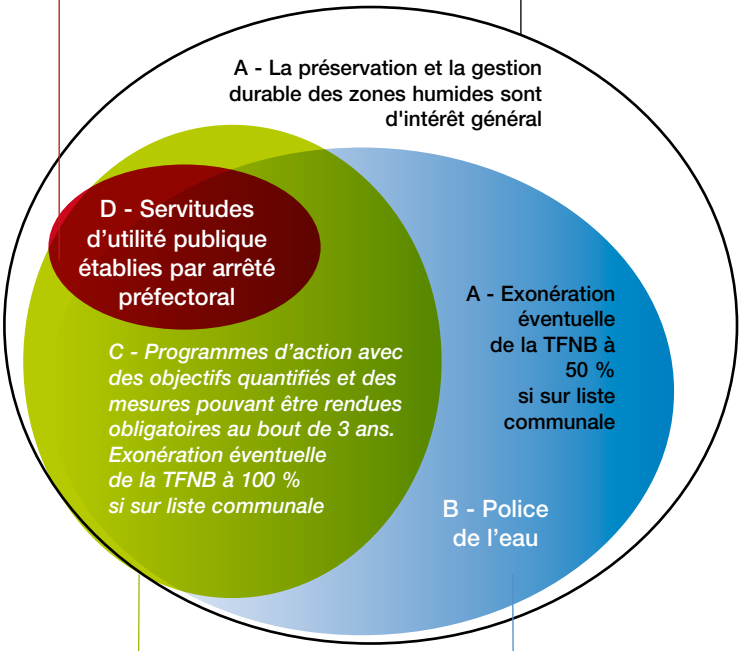
Exonération de la TFNB sur ces parcelles à condition qu'il y ait un engagement de gestion sur cinq ans.

Cette exonération est de 50 % et passe à 100 % lorsque les parcelles sont situées dans les zones humides d'intérêt environnemental particulier (L. 211-3), les propriétés du Conservatoire du littoral, les parcs nationaux, les réserves naturelles, les Parcs Naturels Régionaux, les sites inscrits et classés, les sites géologiques, les sites Natura 2000 et les endroits concernés par un arrêté de protection du biotope (APB).

D - Zones stratégiques pour la gestion de l'eau *(L. 211-3 et L. 212-5-1 du CE)* identifiées dans le plan d'aménagement et de gestion durable des **SAGE**

A - Zones humides définies par l'article L. 211-1 du code de l'environnement

NB : définition générale, pas de délimitation juridique spécifique inclut les listes communales E


A - La préservation et la gestion durable des zones humides sont d'intérêt général
D - Servitudes d'utilité publique établies par arrêté préfectoral
C - Programmes d'action avec des objectifs quantifiés et des mesures pouvant être rendues obligatoires au bout de 3 ans. Exonération éventuelle de la TFNB à 100 % si sur liste communale
A - Exonération éventuelle de la TFNB à 50 % si sur liste communale
B - Police de l'eau

C - Zones humides d'intérêt environnemental particulier (L. 211-3 du CE) => intérêt pour une gestion intégrée de bassin versant ou une valeur touristique, écologique, paysagère ou cynégétique particulière **délimitées par arrêté préfectoral (R. 114-3 du code rural)** après avis des CODERST, de la Chambre d'Agriculture et des CLE et éventuellement identifiées dans les SAGE

B - Zones humides soumises à la nomenclature au titre du L. 214-1 et L. 214-7 du code de l'environnement (projet pour lequel **le cumul des surfaces de ZH impactées** est > 0,1 ha) que le **préfet peut délimiter** en tout ou **partie en concertation avec les collectivités territoriales et leurs groupements (L. 214-7-1)**

Figure récapitulative des délimitations juridiques prévues par les différents codes

6 • Complément : les délimitations prévues par le SDAGE (Extraits du SDAGE 1996)

Remarque

Le Comité de bassin Loire-Bretagne a entrepris la révision du SDAGE de 1996 pour aboutir à un nouveau projet de SDAGE. Le prochain SDAGE couvrira la période 2010-2015 et sera adopté par le Comité de bassin en 2009.

VI - Sept objectifs vitaux pour le bassin
VI.4 Sauvegarder et mettre en valeur les zones humides

Il nous faut protéger énergiquement (et dans certains cas restaurer ou reconstituer) les zones humides dont la haute valeur écologique et les fonctions de régulation (auto-épuration ou amortissement des variations de débit et de niveau d'eau) ont été très souvent négligées jusqu'ici.

Les zones humides exceptionnelles, d'intérêt national ou international, justifient l'intérêt des élus, riverains et usagers, et la mise au point, en liaison avec eux, de plans pluriannuels de gestion durable (par exemple dans le cadre de SAGE).

Pour les multiples zones humides d'intérêt plus local, notamment celles des plaines alluviales et des têtes de bassin, des dispositions seront mises en œuvre, en bonne cohérence avec les démarches d'application de la directive européenne du 21 mai 1992 sur les habitats naturels pour :

- inventorier les zones humides et renforcer les outils de suivi et d'évaluation,
- assurer la cohérence des politiques publiques qui y sont menées,
- informer et sensibiliser les partenaires locaux concernés et la population.

VII Préconisations générales
VII.2 Milieux aquatiques continentaux et littoraux
D Les zones humides
[…]
« La régression des zones humides doit être arrêtée grâce à la mise en place d'une véritable politique de préservation et de gestion, basée sur la reconnaissance de leur statut d'infrastructure naturelle ».

VII.2.15. La gestion et la restauration des zones humides
[…]
« Enfin les SAGE doivent établir l'inventaire et la cartographie des zones humides comprises dans leur périmètre en tenant compte de leur valeur biologique et de leur intérêt pour la ressource en eau ; ils en analysent le lien fonctionnel avec le réseau hydrographique ; ils définissent les conditions de leur gestion :

- tout d'abord par une bonne connaissance de leur fonctionnement, des enjeux et des problématiques,

- ensuite par la définition des méthodes de structures et des moyens à mettre en œuvre, relatifs notamment à l'occupation des sols, à la gestion hydraulique, et tels qu'ils soient compatibles avec les principes énoncés à l'article 2 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 ».

Bibliographie

Acherar M. & Villaret J.C., 2001. Les zones humides du Sud-Est de la France, Manuel pratique d'identification et de délimitation.
Volume 2. *Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon & Conservatoire Botanique National de Gap-Charance.* 236 p.

Agence de l'Eau Loire-Bretagne., 2005. L'inventaire des zones humides dans les SAGE. Guide méthodologique. 40 p.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse., 2001. GUIDE TECHNIQUE N°6. Agir pour les zones humides – Boite à outils inventaires. 102 p.

Agence de l'Eau Seine-Normandie., 2006. Cartographie des zones à dominantes humides du bassin Seine-Normandie. 47 p.

Anras L., 2005. Recueil d'expériences de restauration de fonctions hydro-écologiques de zones humides littorales. *Forum des Marais Atlantiques.* 36p.

Aurousseau P. & Squivadant H., 1995. Rôle environnemental et identification cartographique des sols hydromorphes de bas-fonds. *Ingénierie E.A.T n° spécial rade de Brest. 75-85.*

Barnaud G., 1998. Conservation des zones humides. Concepts et méthodes appliqués à leur caractérisation. *Museum National Histoire Naturelle.* 451p.

Beven K. & Kirkby M.J., 1979. A physically based variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrol. Sci. Bull.* 43–69.

Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A., 1992. Bird Census Techniques. British trust for Ornithology, Royal Society for the Protection of Birds. *Ed. Academic Press, Harcourt Brace Jovanich, Publishers, London, UK.* 257 p.

Blondel J., Ferry C., Frochot B.,1970. La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par "station d'écoute". *Alauda, 38(1).* 55-71.

Bourbon M., Bournaud M., 1981. Nombre d'espèces d'oiseaux contactés en un point d'écoute de vingt minutes. Etude du rendement spécifique. *Le Bievre* 3(2). 165-182.

Bourdouresque E., 1991. Travaux pratiques et dirigés d'écologie végétale. Licence de biologie des organismes. *Laboratoire d'écologie végétale d'Orléans.* 69 p.

Braun-Blanquet J., 1932. Plant sociology. (translation by H.S. Conard, G.D. Fuller). *Mac Graw-Hill Book Co. Inc. New York.* 18 + 439 p.

Clair M., Gaudillat V., Herard K., 2005. Cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000. Guide méthodologique. *MNHN et Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux.* 66 p.

Cluzeau C., Pont B., 1997. Suvi à long terme de la dynamique spontannée des forêts alluviales dans six Réserves Naturelles. Résultats de la première campagne de mesures. *Ministère de l'Environnement, Réserves Naturelles de France.* 43 p.

Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Savoie., 2007. Les zones humides du département de la Savoie-Inventaire et plan d'actions. *CPNS, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.* 417p.

Daget P., Poissonnet J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales d'Agronomie 22(1).* 5-41.

Dommanget J.L., 1981. Introduction à l'étude des libellules (odonates). *Bulletin de la Société Nat n°29 et 30.* 41-51.

Dommanget J.L., 1997. Introduction à l'étude de l'ordre des odonates. *SFO.*

Dupieux N., 2004. Démarche d'harmonisation des plans et notices de gestion des sites du programme Loire nature. *Programme Loire nature, mission scientifique.* 7p.

Durand P., Gascuel-Odoux C., Kao C., Mérot P., 2000. Une typologie hydrologique des petites zones humides ripariennes. *Étude et gestion des sols, 7 (3).* 207-218.

Fiers V., 2004. Principales méthodes d'inventaire et de suivi de la biodiversité. Guide Pratique. *Réserves Naturelles de France.* 263 p.

Forum des Marais Atlantiques, 2003. Guide méthodologique. Outils de suivis d'actions d'entretien des milieux aquatiques en marais doux. 26 p.

Forum des Marais Atlantiques, 2006. Contribution des zones humides au bon état des masses d'eau. *Etude.* 53 p.

Forum des Marais Atlantiques, 2007. Analyse fonctionnelle des zones humides côtières : support pour l'aide à la décision de gestion et de réhabilitation. *Rapport interne.* 42 p.

Forum des Marais Atlantiques, 2007. Hydrologie des marais littoraux. Mesures physico-chimiques de terrain. *Marais Mode d'emploi n° 1.*

Fustec E. & Lefeuvre J.C., 2000. Fonctions et valeurs des zones humides. *Editions Dunod.* 426p.

Gounot M., 1969. Méthodes d'études quantitatives de la végétation. *Masson et Cie éditeurs.* 314 p.

Grillas P., 1996. Suivi des zones humides méditerranéennes, guide méthodologique. *Édité par Pere Tomàs Vives.* 150p.

Joubert F., 2006. Les zones humides ; de l'inventaire à la préservation : identification des méthodes et outils pertinents. *Rapport de stage M2, Université Rennes I.* 58p.

Lemazurier L., 2006. Les Inventaires de Zones Humides en Pays de la Loire. État des lieux, rappel des enjeux et objectifs, perspectives. *Rapport de stage M2, Université de Nantes.* 79p.

MacArthur R. H. & Wilson E. O., 1961. The theory of Island Biogeography. *Princeton Univ. Press, Princeton.* 203 p.

Maltby E., Hogan D.V., McInnes R.J., 1996. Functional analysis of european wetland ecosystem, Phase I FAEWE. *Ecosystem Research Report n°18, EUR 16132EN, Luxembourg.* 48p.

Mathieu S., 2006. Évaluation de l'intérêt des zones humides ordinaires-Arguments pour les valoriser auprès du public. *Engref Montpellier, Office International de l'Eau.*

Mauchamp A., 1998. Protocole de suivi des roselières. Rapport « typologique ». *Station biologique de la Tour du Valat.* 4 p.

Mérot P., Baruiso E., Beaujouan V., Benoit P., Bidois J., Bourrie G., Burel F., Chaplot V., Charnay M.P., Clément B., Clément J.C., Cotonnec A., Curmi P., Durand P., Ganzetti I., Gascuel Odoux C., Grimaldi C., Hollier Larousse A., Hubert-Moy L., Jaffrezic A., Kao C., Molenat J., Ouin A., Pinay G., Pivette E., Regimbeau C., Ruiz L., Triccaz O., Trolard F., Walter C & ZIDA M., 2000. Typologie fonctionnelle des zoneshumides de fond de vallée en vue de la régulation de la pollution diffuse, *Rapport de synthèse final, UMR INRA-ENSA Sol et agronomie de Rennes-Quimper.* 115p.

Mérot P., Gascuel C., Durand P., 2005. Typologie fonctionnelle : application aux zones humides de fonds de vallées. *Cahier thématique du PNRZH « Caractérisation des zones humides ». Agences de l'Eau, BRGM, Ministère de l'écologie et du développement durable.* 70p.

Michelot J.L., 2003. Étude de mise en valeur des zones humides. Contrat de rivière du Sud-ouest Lémanique. *J.L. Michelot Consultant en environnement, L. Simon Consultant, Ecotope.* 80p.

Milhé N., 2003. Contribution à l'élaboration d'indicateurs spatiaux pour le suivi des habitats naturels par utilisation d'indices de structure du paysage. Application à la Grande Camargue. Rapport de stage de DEA. *Université de Provence.* 40 p.

Muller Y., 1987. Les recensements par indices ponctuels d'abondance (IPA) conversion en densités de populations et test de la méthode. Alauda, 55(3). 211-226.

Noss R.F., 1990. Indicator for monitoring Biodiversity : a hierarchical approach. *Conservation Biol.,* 4. 355-364.

Pont B., 1994. Eléments bibliographiques en vue de la mise au point d'une méthode de suivi à long terme de la dynamique forestière spontanée des ripisylves. *Réserves Naturelles de France.* 15 p.

Pont B., 1995. Suivi à long terme de la dynamique spontanée des ripisylves. Première phase : mise au point de la méthode et test sur 6 RN. *Réserves Naturelles de France.* 12 p.

Pont B., 1997. Suivi à long terme de la dynamique spontanée des forêts alluviales. Protocole définitif. Note de 4 pages. *In Cluzeau C et Pont B., 1997.*

Reynolds R.T., Scott J.M., Nussbaum R.A., 1980. A variable circular plot method for estimating bird numbers. Condors, 82. 309-313.

Rivière J.M., Tico S., Dupont C., 1992. Méthode Tarière Massif Armoricain, caractérisation des sols. *Document INRA et Chambre d'Agriculture de Bretagne.* 24p.

Salles E., 2001. Définition d'indicateurs spatiaux pour le suivi de l'état de conservation des habitats naturels. Application à la Grande Camargue. Rapport de stage de DEA. *Université Louis Pasteur.* 120p.

Glossaire et sigles

Signes utilisés

ATEN : Ateliers Techniques des Espaces Naturels.

CPNS : Conservatoire du Patrimoine Naturel de Savoie.

CRPF : Centre Régionale de la Propriété Forestière. Structure qui a pour objectif d'orienter et de développer la gestion forestière des bois et forêts privés.

IFEN : Institut Français de l'Environnement

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Ils définissent les objectifs et les règles pour une gestion intégrée de l'eau au niveau local.

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Le SDAGE fixe pour chaque bassin hydrographique métropolitain les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général et dans le respect des principes de la loi sur l'eau.

SFO : Société Française d'Odonatologie

ZHIEP : Zone Humide d'Intérêt Environnemental Particulier.

ZHSGE : Zone Humide Stratégique pour la Gestion des Eaux.

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique.

GLOSSAIRE

Biogéochimie : la biogéochimie est l'étude du processus cyclique de transfert des éléments chimiques de l'environnement à partir des milieux abiotiques vers les organismes qui à leur tour retransmettent ses constituants à l'environnement. (Traduction française de l'article d'Odum, 1971).

CORINE biotopes : La base de données CORINE biotopes est une typologie des habitats naturels et semi-naturels présents sur le sol européen. Issu de la commission Corine chargée de la coordination de l'information en environnement, le programme a abouti en 1991 à la proposition d'une typologie arborescente à six niveaux maximum, basée sur la description de la végétation.

Dénitrification : la dénitrification est un phénomène biochimique qui s'opère en profondeur dans le sol, sous l'action de bactéries spécifiques, satisfaisant leur besoin en oxygène en sol hypoxique ou anoxique, par une désoxygénation des ions nitrates.

EUNIS : conçue à partir du Corine Biotope, la classification des habitats EUNIS a été développée afin de faciliter l'harmonisation des descriptions et des collectes de données à travers l'Europe grâce à l'utilisation de critères d'identification. Il s'agit d'un système de classification pan-Européen compréhensible, prenant en compte tous les types d'habitats : de l'habitat naturel à l'habitat artificiel, de l'habitat terrestre aux types d'habitats d'eau douce et marins (site de l'ATEN).

Fonctions : elles correspondent à l'ensemble des processus naturels qui se déroulent au sein du milieu et sont à l'origine des rôles majeurs joués par les zones humides au sein des écosystèmes. De l'expression de ces fonctions résulte un ensemble de propriétés ou fonctionnalités (Anras, 2005).

Géomorphologie : étude des formes du relief terrestre et des phénomènes qui leurs ont donné naissance (géomorphologie fluviatiles, glaciaire, éolienne,…).

Habitat : cadre écologique (biotique et abiotique) dans lequel vit un organisme, une espèce, une population ou un groupe d'espèces.

Hiérarchiser les zones humides : prioriser les sites en fonction de leur état de dégradation et leurs intérêts afin de leur attribuer un niveau d'intervention adéquat. Il ne s'agit pas de faire ressortir certaines zones humides comme « d'intérêt secondaire ».

Humus : l'humus, parfois nommé terre végétale, désigne la couche supérieure du sol créée et entretenue par la décomposition de la matière organique, essentiellement par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol. L'humus est une matière souple et aérée, qui absorbe et retient bien l'eau, de pH légèrement acide, d'aspect foncé (brunâtre à noir), à odeur caractéristique variant selon qu'il s'agisse d'un humus forestier, de prairie, ou de sol cultivé. L'humus est différent du compost. Dans le compartiment de la biosphère qu'est le sol, l'humus en est la partie biologiquement la plus active.

Hygrophile : caractère d'une plante qui croît dans les milieux humides inondés temporairement.

Loi sur le développement des territoires ruraux, dite DTR, du 23 février 2005 : au sein de celle-ci s'inscrit le décret n° 2007-135 du 30 janvier 2007 et qui précise les critères de définition et de délimitation des zones humides figurant à l'article L. 211-1 du code de l'environnement.

Article 1

I. - Les critères à retenir pour la définition des zones humides mentionnées au 1° du I de l'article L. 211-1 susvisé du code de l'environnement sont relatifs à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. Celles-ci sont définies à partir de listes établies par région biogéographique.

En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide.

II. - La délimitation des zones humides est effectuée à l'aide des cotes de crue ou de niveau phréatique, ou des fréquences et amplitudes des marées, pertinentes au regard des critères relatifs à la morphologie des sols et à la végétation définis au I.

III. - Un arrêté des ministres chargés de l'environnement et de l'agriculture précise, en tant que de besoin, les modalités d'application du présent article et établit notamment les listes des types de sols et des plantes mentionnés au I.

IV. - Les dispositions du présent article ne sont pas applicables aux cours d'eau, plans d'eau et canaux, ainsi qu'aux infrastructures créées en vue du traitement des eaux usées ou des eaux pluviales.

Article 2

Le ministre de l'agriculture et de la pêche et la ministre de l'écologie et du développement durable sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Légifrance

A titre d'information

La loi DTR propose deux types de classement :

- Zones Humides Stratégiques pour la Gestion des Eaux (réservés aux SAGE).
- Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier (sur tous les territoires ainsi que dans les SAGE).

Phytosociologie : discipline de l'écologie qui étudie les groupements végétaux. Basée sur des critères de composition spécifique, la phytosociologie met en évidence, décrit et classe les associations végétales.

Services : avantages pour la société liés à l'exploitation indirecte des fonctionnalités (Anras , 2005).

Valeurs : estimation des bénéfices, directs ou indirects, que l'homme retire de l'exploitation des fonctionnalités des zones humides (Anras, 2005).

Annexe 1

Les 13 grands types SDAGE de zones humides et leur correspondance au code CORINE biotopes et Land Cover

Type SAGE		Sous-Types	Corine Land Cover	Corine biotopes
Eaux marines				
1	Grands estuaires		5.2.2 Estuaires	**11** Mers et océans **12** Bras de mer, baies et détrois
2	Baies et estuaires moyens-plats	Vasières Herbiers, récifs Prés salés		**13** Estuaires et rivières initiales (soumises à marées) **14** Vasières et bancs de sable sans végétation **15** Marais salés, prés salés, steppes sals
3	Marais et lagunes côtiers	Marais Prés-salés Lagunes, arrières-dunes, Roselières	5.2.1 Lagunes littorales	**16** Dunes maritimes et plage de sable **17** plages de galets **21** Lagunes **23** Eaux stagnantes, saumâtres et salées **53** Végétation de ceinture de bord des eaux
4	Marais saumâtres ménagés	Marais salants Bassins aquacoles	4.2.2 Marais salants	**89** Lagunes et réservoirs industriels, canaux
Eaux courantes				
5 et 6	Bordures des cours d'eau et plaines alluviales	Grèves nues ou végétalisées Annexes fluviales Ripisylves Prairies inondables		**24** Eaux courantes **37** Prairies humides et communautés d'herbacées hautes **44** Forêts et fourrés alluviaux très humides **53** Végétation de ceinture de bord des eaux
Eaux stagnantes				
7	Zones humides de bas fonds en tête de bassin	Tourières Milieux fontinaux Prairies humides Prairies tourbeuses Podzines	4.1.2 Tourbières	**36** Pelouses alpines et subalpines **37** Prairies humides et communautés d'herbacées hautes **51** Tourbières bombées à communautés très acides **52** Tourbières de couverture **54** Bas-marais, tourbières de transition de sources

8	Régions d'étangs	Etangs isolés		**22** Eaux douces stagnantes (lacs, étangs et mares)
9	Petits plans d'eau et bordures de plans d'eau	Bordures de lacs Prairies humides Prairies tourbeuses		**22** Eaux douces stagnantes (lacs, étangs et mares) **37** Prairies humides et communautés d'herbacées hautes **44** Forêts et fourrées alluviaux très humides **53** Végétation de ceinture de bord des eaux
10	Marais et landes humides de plaine et plateaux	Plateaux imperméables Zones de sources Tourbières Prés-salés	4.1.1 Marais intérieurs	**31** Landes, broussailles, recrus (31.1 Landes humides **37** Prairies humides et communautés d'herbacées hautes **51** Tourbières bombées à communautés très acides **52** Tourbières de couverture **54** Bas-marais, tourbières de transition et sources
11	Zones humides ponctuelles	Réseau de mares ou mares permanentes ou temporaires, naturelles ou créées par l'homme		**22** Eaux douces stagnantes (lacs, étangs et mares)
12	Marais aménagés dans un but agricole	Rizières Prairies amendées Peupleraie	2.1.3 Rizières	**61** Prairies fortement amendées et ensemencées **82** Cultures **83** Vergers
13	Zones humides artificialisées	Contre-canaux Carrières en eau Bassin aquacoles intensifs		**22** Eaux douces stagnantes (lacs, étangs, mares) **89** Lagunes et réservoirs industriels, canaux

Annexe 2

Les types de sols des zones humides (nouvelles et anciennes nomenclatures) (Baize) :

1. Sols dont le fonctionnement et la morphologie sont totalement sous la dépendance d'excès d'eau

Nouveaux noms	Anciens noms
Toutes références d'HISTOSOLS	Sols à tourbe fibreuse, semi-fibreuse ou à tourbe altérée
REDUCTISOLS TYPIQUE	Sols humiques à gley ou à stanogley, Sols hydromorphes peu humifères à gley, stanogley ou amphigley
REDUCTISOLS STAGNIQUES	
REDUCTISOS DUPLIQUES	
REDOXISOLS	Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley

2. Sols subissant des excès d'eau par suite de leur position basse et de la présence de nappes d'eaux douces ou salées.

Certains FLUVISOLS BRUTS	Sols peu évolués d'apport alluvial, hydromorphes
Certains FLUVISOLS TYPIQUES	
Certains THALASSOLS	
Certains sols SALSODIQUES	

3. Types de sols plus ou moins imperméables à engorgement superficiel intense saisonnier (par les pluies)

Apparition des signes redoxiques à moins de 50 cm (-g)

PLANOSOLS TYPIQUES	
LUVISOLS DEGRADES-REDOXISOLS	Sols lessivés glossiques
LUVISOLS TYPIQUES-REDOXISOLS	Sols lessivés hydromorphes
Pas de signes rédoxiques + abondance des matières organiques - proximité d'une nappe permanente	
PODZOSOLS hydromorphes	Podzols à gley

Annexe 3

Importance des interfaces zones humides bassin versant pour la dénitrification

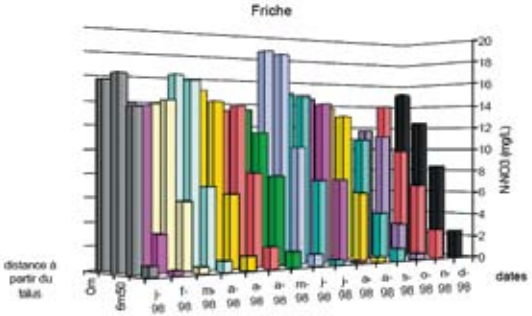


Figure 2: Décroissance des concentrations en nitrate dans l'eau de subsurface à l'interface versant – zone humides (Clément, 2000).

Extrait du document finalisé du PNRZH (TY-FON) :

« Clément (2000) a pu montrer in situ grâce à un suivi des transferts d'eau de subsurface dans des zones humides de fond de vallée que les nitrates provenant du versant agricoles étaient éliminés dès les premiers mètres de la zone humide, juste à l'interface avec le versant ».

« Ces résultats ont aussi été observés par Bidois (1999) dans la zone humide du Mercy (Fig. 1). Il montre en effet un fort gradient d'hydromorphie depuis l'interface versant agricole-zone humide vers le centre de la zone humide. Ces résultats soulignent l'importance de cette zone d'interface au détriment de la totalité de la zone humide ».

Annexe 4

Les statuts de protection et de menaces des espèces et des habitats : des critères pour l'évaluation patrimoniale des habitats et des espèces.

Extrait du guide méthodologique des plans de gestion de réserves naturelles (Aten, 2006)

Listes de référence

Au niveau international :

Annexe I de la directive européenne n° 92/43 du 21 mai 1992 pour les habitats (France métropolitaine), en utilisant les manuels d'interprétation (EUR 15), ainsi que les cahiers d'habitats qui précisent les sous-types et les régions concernées.

Annexes II et IV de la même directive pour les espèces animales et végétales.

Annexe I de la directive européenne n° 79-409 du 2 avril 1979 sur les oiseaux sauvages.

Livres rouges de l'UICN 1996 : www.redlist.org

Autres listes : Convention de Bonn 1979, Convention de Berne, 1979.

Au niveau national :

Arrêtés ministériels relatifs aux listes d'espèces végétales et animales protégées sur le territoire national.

Listes rouges nationales (espèces menacées et vulnérables).

Statuts de rareté dans les atlas nationaux.

Endémisme, limite d'air ou air disjointe du noyau principal.

Au niveau régional :

Arrêtés ministériels relatifs aux listes d'espèces végétales et animales protégées sur le territoire régional et départemental.

Listes des habitats et des espèces déterminantes établies pour la modernisation des ZNIEFF par les CSRPN.

Listes rouges régionales et parfois départementales (espèces rares et menacés).

Statut de rareté dans la flore régionale et les atlas régionaux ou départementaux.

Annexe 5

Fiche terrain « Inventaire et caractérisation des zones humides »

Nom du site :

Commune (s) :

Type de zone humide (SAGE / SDAGE) :

1- Identification et délimitation

Critère d'hydromorphie des sols (degré) :
Profondeur d'apparition (cm) : Test ortho-phenatroline :-/+/++ /+++

Critère de végétation typique (hygro et mesohygrophile) :
Dominance d'une végétation hygrophile (Cf. outil de détermination) :

Critère de délimitation de l'espace de fonctionnalité : Limite du BV / Lien entre ZH / Zone inondable / Paysage / Habitat d'espèces / Zone d'usages / Autre

Numéro de placette, noms des espèces et recouvrement :

2 - Critères d'évaluation des fonctionnalités hydrologiques

Sources de matières polluantes en amont : oui / non

Importance des flux (connexion ZH / versant) : Court circuit / Déconnexion pour le BV / Rupture de pente/ Eléments ralentissant les écoulements

Structure et nature du sol :

Drainage naturel du sol : Moyen / Faible / Fort / Excessif

Hauteur de nappe estimée : 0-20 cm / 20-40 cm / > 40cm
Temps de saturation : Permanente / Saisonnière / Temporaire

Texture dominante du sol : Sableuse / Limoneuse / Argileuse

Homogénéité des écoulements :

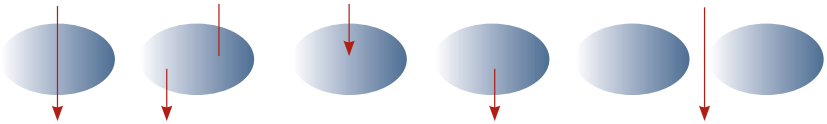
Présence de couloirs de circulation préférentielle : oui / non

Présence de dépressions : oui / non

Connexion au réseau hydrographique : oui / non

Présence de micro-buttes : oui / non

Connexion au réseau hydrographique : oui (entourer ci-dessous) / non



Traversée en surface par un cours d'eau | Traversée en profondeur | Entrée d'eau | Exutoire seulement | Passe à côté | Aucune connexion

Annexe 5 suite

Fiche terrain pour l'identification et la caractérisation des zones humides.

Zones humides littorales :

Niveau d'eutrophisation (transparence / turbidité) :

Degré de salinité (hiver)		Degré de salinité (été)	
douce (<0,5 mg/l)	douce saumâtre (0,5 à 5,0 mg/l)	douce (<0,5 mg/l)	douce saumâtre (0,5 à 5,0 mg/l)
saumâtre (5,0 à 18,0 mg/l)	saumâtre/salée (18,0 à 30,0 mg/l)	saumâtre (5,0 à 18,0 mg/l)	saumâtre/salée (18,0 à 30,0 mg/l)
salée (>30,0 mg/l)		salée (>30,0 mg/l)	

Niveaux d'eau (limnimétrie) / casier hydraulique :

Début d'étiage : Fin d'étiage : Hivernaux :

Durée d'immersion :

Niveau de sédimentation :

Amont : Aval :

Fonctions de régulation :

3 - Critères d'évaluation écologique et patrimoniale (compétence naturaliste, expertise paysagère)

Inventaire Flore (préciser les espèces envahissantes)	Inventaire Faune (préciser les espèces envahissantes)

Indiquer la présence de corridors biologiques :

Fragmentation des habitats :

Habitats présents (code Corine biotope), noter les délimitations	

Espèces envahissantes :

Fonctions de l'habitat :

Connexions biologiques / Etapes migratoires / Zone particulière liée à la reproduction d'une ou plusieurs espèces / Zone particulière d'alimentation de la faune / Aucun

État de conservation du milieu : non dégradé / partiellement dégradé / fortement dégradé

4 - Facteurs d'évolution de la zone (zone humide / espace de fonctionnalité)

Dégradation manifestes (cocher et entourer situation) plusieurs possibilités	
❑ Rejets de substances polluantes	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Sur fréquentation, piétinement	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Comblement, assèchement, drainage	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Modification des berges, remblais et déblais fossés	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Suppressions des haies, talus et bosquets	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Fertilisation,amendement	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Emploi de produits phyto sanitaires	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Accueil public, création de pistes	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Erosion	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Atterissement, envasement, fermeture du milieu	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Eutrophisation	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Autre :	(Dans le site/ hors du site) …

Valeurs socio-économiques (plusieurs possibilités)
❑ Réservoir pour l'alimentation en eau potable
❑ Production biologique (poisson, gibier), agricole et sylvicole
❑ Production de matière première (granulats ; tourbe ; sel,…)
❑ Intérêt pour la valorisation pédagogique
❑ Intérêt pour l'éducation et les loisirs
❑ Intérêts paysager et valeur culturelle
❑ Valeur scientifique
❑ Autres-préciser

Activités et usages (plusieurs possibilités)	
❑ Pas d'activité marquante	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Agriculture	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Sylviculture	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Elevage / pastoralisme	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Pêche	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Chasse	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Navigation	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Tourisme et loisirs (camping, zone de stationnement)	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Urbanisation	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Industrie	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Infrastructures linéaires (routes, voies ferrés,…)	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Aérodrome, aéroport, héliport	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Port	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Extraction de granulats	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Activités hydroéléctriques, barrage	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Gestion conservatoire	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Prélèvements d'eau	(Dans le site/ hors du site) …
❑ Autre :	(Dans le site/ hors du site) …

Contexte réglementaire :
Inventaire (type ,nom, % du site) :
Planification (type ,nom, % du site) :
Protection (type, nom, % du site) :
Gestion (type, nom, % du site) :
Statut fonciers : Privée / Public

Observations / Remarques

Annexe 6

Remarques générales sur l'utilisation du SIG pour la cartographie des milieux et des habitats.

Extraits du Guide méthodologique : *cartographie des habitats naturels et des espèces végétales appliquée aux sites terrestres du réseau Natura 2000. (Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux).*

1 - Qu'est-ce qu'un SIG ?

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG / SIE / SIGT) :

On confond souvent SIG avec cartographie et encore plus souvent avec les logiciels qui permettent de traiter les données à référence spatiale. A l'inverse on parle souvent de SIG pour la gestion du territoire (approche temporelle) alors que les SIG traitent de la dimension spatiale. Il s'agit dans ce cas de Systèmes d'Information sur l'Environnement (SIE) ou de Systèmes d'Information pour la Gestion du Territoire (SIGT, le sigle reste à inventer).

Le premier (SIE) est davantage un instrument d'observation et de compréhension des phénomènes qui se déroulent sur un territoire donné (gestion de données très hétérogènes). Le second (SIGT) est davantage adapté au suivi des actions de gestion du territoire et de leur impact sur la qualité de l'environnement (ex. : entretien et restauration en marais endigués).

Un système d'information géographique (SIG, SIE, SIGT) traite un ensemble de données hétérogènes (structure données) mais cohérent (signification). Encore plus que les systèmes d'information classiques, l'accent doit être mis sur l'analyse conceptuelle et sur le développement d'applications opérationnelles (outils « métier », interfaces utilisateur).

Les objectifs du SIG :

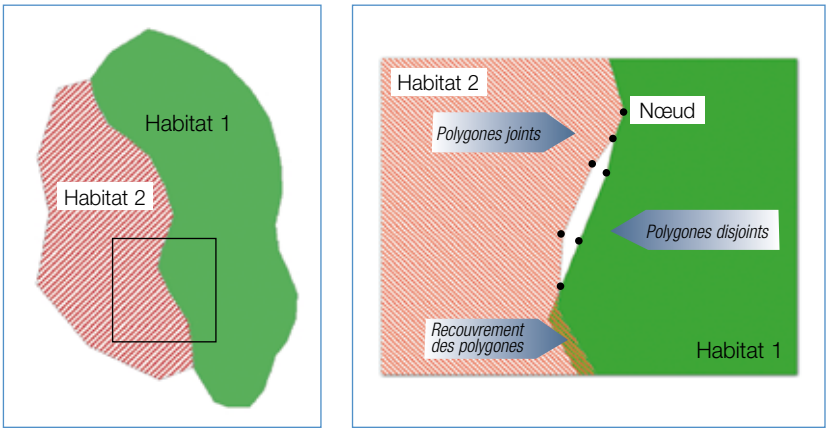
- Analyse détaillée d'une problématique sur un territoire
- Analyse globale des problématiques d'un territoire
- Aide à la décision (potentiel de synthèse + outil de simulation)
- Proposer un référentiel spatial (thématique)
- Définir un langage commun (base de concertation, vision commune des problématiques territoriales)

Afin d'assurer la superposition des couches d'informations géographiques de diverses natures, tant au niveau local que national, celles-ci doivent utiliser un système de projection unique. Le système de projection géographique généralement retenu est le Lambert II carto étendu (évolution vers du RGF 93).

2 - Numérisation

La numérisation consiste à représenter un habitat, identifié sur le terrain, sur un fond de carte (carte sur table ou image à l'écran) en figurant la zone où il est présent par un polygone géoréférencé dans l'espace.

Mise en évidence des imprécisions de la numérisation



Petite échelle

Grande échelle

Les polygones auront des relations strictement topologiques, c'est-à-dire que les contours des polygones voisins seront parfaitement jointifs et que chaque point de l'espace ne sera inclus que dans une seule zone. La superposition des nœuds de deux polygones adjacents permet de vérifier leur parfaite jointure.

Les logiciels SIG sont dotés d'outils permettant de maximiser la précision de la saisie soit par des constructions automatiques de polygones les uns par rapport aux autres, soit par système de capture des sommets qui permettent la superposition parfaite de chaque nœud. Il est conseillé d'utiliser ce type d'outil afin de s'assurer de la fiabilité de la construction.

Remarque sur les formats des données :

- Formats des données spatiales à transmettre : E00, MIF/MID ou .shp.
- Formats de restitution des données attributaires liées à ces couches : .xls, .mdb, ou .txt avec tabulations.

Les métadonnées

Les métadonnées sont les données des données. Il s'agit d'un ensemble de rubriques d'information qui décrivent des ressources de type divers (cartes, documents, études …). Pour toutes les données répertoriées, elles répondent aux questions qui, quoi, quand, où, pourquoi et comment. Afin d'en faciliter la consultation, le stockage des données de chaque couche doit être organisé sous forme de base.

Les métadonnées permettent pour les propriétaires de données :

- un accès facile à l'information concernant la ressource, une « traçabilité » de la ressource, une meilleure connaissance des limites d'utilisation de la ressource et la réalisation d'un état des lieux sur l'ensemble des données disponibles et leurs possibles améliorations.

Les métadonnées permettent pour les utilisateurs externes :

- savoir si une ressource répond à leurs besoins en les informant sur la nature, le contenu, l'origine, la qualité, l'usage et la pertinence des données.

3 - Echelles de la cartographie

L'échelle cartographique est le rapport qui existe entre une distance sur la carte et celle qu'elle représente dans la réalité.

« Grande échelle » signifie que la fraction a un dénominateur petit :
1 / 10 000 (1 cm = 100 m) et que la précision est forte.

« Petite échelle » signifie que la fraction a un dénominateur grand :
1 / 50 000 (1 cm = 500 m) et que la précision est plus faible.

L'échelle minimale retenue pour la cartographie de terrain des habitats et des espèces végétales est le 1 / 10 000 **(100 m sur le terrain seront représentés par 1 cm sur la carte réalisée)**.

Tableau de correspondance des échelles de terrain
et des surfaces minimales cartographiables

Echelle de terrain (Echelle du support cartographique utilisé lors des prospections de terrain)	**Surface minimale cartographiable (25 mm² sur la carte)**
1 / 10 000	2 500 m²
1 / 5 000	625 m²

Remarque sur l'échelle de numérisation et échelle de restitution

L'échelle de restitution sera toujours inférieure à celle de numérisation.

Echelle de restitution (sur support papier)	≤	**Echelle de terrain** (Echelle du support cartographique utilisé lors des prospections de terrain)	≤	**Echelle de numérisation**
ex : 1 / 25 000		ex : 1 / 10 000		ex : 1 / 5 000

4 - Données à intégrer dans la base d'informations géographiques pour la couche « Habitats »

Après avoir numérisé la géométrie des objets, l'opérateur remplira une table attributaire pour chaque objet, intégrant les données alphanumériques. Les tables d'attributs liées aux objets graphiques doivent être organisées de manière à ne pas dupliquer inutilement des informations (redondance d'information, mise à jour, doublons,…).

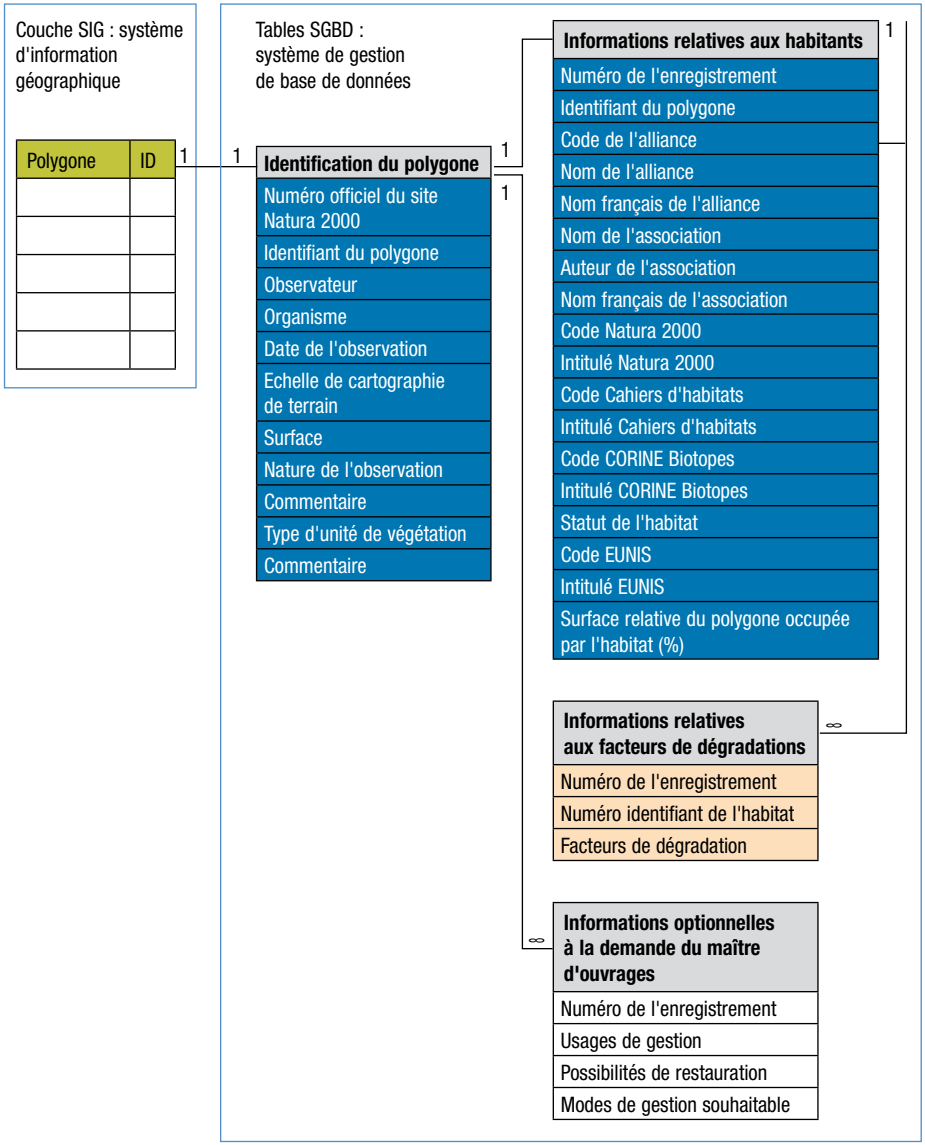
Afin de faciliter la gestion des données géographiques associées aux habitats, celles-ci seront contenues dans une seule couche d'informations géographiques constituée de polygones. La gestion des objets géographiques « végétation » et « espèce » se fera de la même façon.

Deux types de tables seront mis en place :

- la première permettant d'identifier chaque polygone cartographié (SIG)
- la seconde contenant l'information alphanumérique précise sous-jacente (Système de Gestion de Bases de Données). Cette dernière est complétée pour chaque polygone et comprendra autant d'enregistrements que d'unités composant le polygone dans le cas de complexes.

Le lien entre ces deux tables se fera par le champ « identifiant du polygone ». Une troisième table distincte pourra être mise en place pour des observations optionnelles propres à certains polygones (voir tableau au dos).

Organisation de la base d'information géographique



Remarque

Les données mises en avant par le document cité en référence peuvent être complémentaires à celles affichées dans la Base de données de référence nationale de l'ONZH (IFEN).

Sommaire

1 • Objectifs de la démarche d'inventaire 1

2 • Définition des zones humides et typologie 2
2.1 Définition 2
2.2 Typologie 3

3 • Les étaptes de la démarche 4
3.1 Pré-localisation : collecte des informations et synthèse des documents existants 4
3.2 Inventaire des zones humides effectives (phase terrain) 6
3.3 Caractérisation 7

4 • Comité de suvi 9

5 • Compétences requises de l'opérateur 9

6 • Rendus de l'étude 10

7 • Propriété de la donnée 10

8 • Délai de mission 11

Annexes 12

Deux scénario proposés en fonction de l'échelle de pertinence

	approche pee	echelles	objectifs
Scénario 1	pré-localisation des zones humides potentielles et validation de terrain non systématique	petite échelle (> au 1 / 50 000) pour les zones humides de plus de 50 ha échelle moyenne 1 / 25 000 et des zones humides de plus de 5 ha	zones humides les plus connues, les délimitations d'enveloppes de référence (ou entité de zones humides) de zones humides moyennes (> 5 ha) et ponctuellement des zones humides plus petites
Scénario 2	pré-localisation des zones humides potentielles + identification et délimitation des zones humides effectives systématiques. Identification des zhsge et zhiep	grande échelle (1 / 5 000-1 / 10 000)	délimitation précise et : option 1 : caractérisation simplifiée - identifier les zhsge et les zhiep option 2 : caractérisation exhaustive - inventaire faune flore, habitat hydrologie… pour la mise en place d'opération de gestion, protection …

	avantages	inconvénients	estimations approximative du temps	estimation des coûts à titre très indicatif (grande variabilité)
Scénario 1	- valide au 1 / 100 000 ou au 1 / 25 000e - délimitation intégrant en partie les aspects fonctionnels par interprétation - coût et durée raisonnable - valorisation des données existantes - travail d'inventaire relativement simple - base de travail pour les inventaires locaux	- hétérogénéité de l'information et de la précision - suivi de l'évolution des zones humides difficile en raison de l'hétérogénéité des délimitations - risques d'erreurs significatifs dans le repérage et la délimitation des zones humides dus aux limites des outils de télédétection et aux difficultés d'interprétation - précision relative : nécessité d'approfondir la délimitation pour une analyse parcellaire. - ne répond pas aux objectifs l'article L. 211-3 et L. 212-5 du code de l'environnement	temps : entre 20 et 40 km² / jour de photo-interprétation	6 cahiers des charges on peut estimer entre 2 à 8 euros par km²
Scénario 2	- haute précision de la délimitation de la zone humide stricto sensu - délimitation intégrant les aspects fonctionnels suivi possible - vision globale de la zone humide pour une gestion	- niveau de caractérisation faible - détermination des zones humides stratégique		opt 1 : pas d'estimation
		- méthodologie lourde pour une réalisation selon la taille du bassin ; - onéreux et long à réaliser	scénario 2 – option 2 : - expertise terrain : 3 km² / jour à 5 km² / jour - saisie de 15 fiches par jour (sig et bdd) saisie, analyse, interprétation :	20 cahiers des charges opt 2 : environ 420 euros / km² en moyenne (écart à la moyenne de 150)

Un remerciement à tous les bureaux d'études et aux maîtres d'ouvrage (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Agence de l'Eau Seine Normandie, Agence de l'Eau Artois-Picardie, le PNR de l'Avesnois, le SAGE Rance-Frémur, le SAGE Sèvre-Nantaise, le SAGE Auzance et Vertonne, le SAGE Vie et Jaunay, le SAGE Vilaine, le SAGE Grand Lieu, le SAGE Logne et Boulogne, le SAGE Layon Aubance, le SAGE Vilaine, le SAGE Loire, le SAGE Bassin du Lay, le SAGE Authion, le SAGE Loir, le SAGE Vienne, le SIVALODET, le Département du Gers, l'EPTB Dordogne, la DIREN Basse-Normandie, le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels, le Conservatoire du Patrimoine Naturel de Savoie) pour leurs cahiers des charges et les devis associés.

1: Objectifs de la démarche d'inventaire

Cadre général

- Rappeler le contexte naturel :
  géologie, climat, superficie, occupation du sol…
- Rappeler le contexte réglementaire :
  DCE (reconquête du bon état des eaux souterraines et superficielles, donc prise en compte des zones humides), SDAGE, SAGE (préconisations), loi sur l'eau, loi DTR, politiques régionales…

Objectif de l'inventaire

L'objectif est d'inventorier de manière exhaustive les zones humides sur l'ensemble du territoire de l'étude.

Scénario 1

Le marché vise à identifier les « zones humides potentielles » (Cf. approche PEE mentionnée ci-dessous) du territoire c'est-à-dire à réaliser une cartographie au 1 / XXXXX (soit 100 000, soit 50 000, soit 25 000ème) des zones humides et une base de données géoréférencées. A partir de ce travail seront réalisées différentes cartes de synthèse ainsi qu'une analyse statistique des résultats. Ces derniers serviront d'outil de communication, et d'aide à la décision pour les collectivités.

Scénario 2

Le marché vise à identifier les « zones humides effectives et / ou efficaces » du territoire c'est-à-dire à réaliser une numérisation au 1 / 5000 ème [1] de ces objets et une base de données géoréférencées. A partir de ce travail seront réalisées différentes cartes de synthèse ainsi qu'une analyse statistique des résultats. Ces derniers serviront d'outil de communication, aide à la décision pour les collectivités, mais surtout ils permettront de mettre en évidence le rôle hydrologique (ZHSGE), écologique et les valeurs patrimoniales (ZHIEP) des zones humides afin de développer une gestion concertée, appropriée et efficace des espaces.

[1] *Echelle de cartographie pourra être différente à celle de numérisation*

Approche Potentielle Effective Efficace permet de différencier trois types de zones humides :

> **Les zones humides potentielles. Ce sont les zones au sein desquelles il y a une forte probabilité d'identifier une zone humide effective. Elles furent originellement humides, mais ont pu perdre ce caractère suite à des modifications anthropiques (drainage, remblais...).**

> **Les zones humides effectives. Elles répondent à la définition de la loi sur l'eau du 23 janvier 1992 et satisfont aux critères d'hydromorphie des sols et de présence d'une végétation hygrophile.**

> **Les zones humides efficaces. Elles assurent, d'un point de vue anthropique, une fonction donnée (régulation hydraulique, biogéochimique, écologique).**

2 : Définition des zones humides et typologie

> 2.1 Définition

Il existe de multiples définitions de zones humides. Parmi celles-ci :

- Un élément fondateur, la loi sur l'eau du 23 janvier 1992 :

Elle est, en France, le premier texte réglementaire qui impose la prise en compte des zones humides. Cette loi définit les zones humides comme « des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

L'hydrologie et la présence d'une végétation typique sont alors considérées comme déterminant.

- La loi sur le développement des territoires ruraux, dite loi DTR, du 23 février 2005, précise cette définition.

Décret n° 2007-135 du 30 janvier 2007

Les critères à retenir pour la définition des zones humides sont relatifs à la morphologie des sols liée à la « présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la

présence éventuelle de plantes hygrophiles. En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide ».

L'hydromorphie des sols et la présence d'une végétation typique sont alors les critères déterminants.

Deux critères :

- **hydromorphie des sols :** l'approche pédologique sera utilisée. Les caractères d'hydromorphie dans les zones humides permettent d'identifier s'il y a une phase d'engorgement permanent ou temporaire. La zone humide est caractérisée par la présence d'horizons oxydés réduits à moins de 50 cm de la surface du sol dont les traces occupent une surface supérieure à 50 % de la surface de l'horizon. Ce critère est d'autant plus important que la zone humide a été artificialisée donc sans référence à une végétation hygrophile ;

- **végétation hygrophyle :** ce critère se suffit à lui-même mais son absence n'exclut pas pour autant la présence d'une zone humide.

L'hydrologie (submersibilité au moins 1 fois tous les 5 ans dans le lit majeur) n'est pas un critère suffisant à lui seul mais doit être recoupé avec le critère végétation ou d'engorgement du sol. L'information est à collecter auprès des riverains, des pêcheurs, des agriculteurs, etc.

Toujours en référence à la loi sur l'eau, il est nécessaire de recenser et de cartographier les zones humides d'une surface supérieure à 1000 m^2 d'un seul tenant ou constituées de micro-zones géographiquement proches et formant un ensemble cohérent dont la surface totale d'emprise est supérieure à 1000 m^2. Ce travail pourra concerner aussi les zones humides de plus faible extension mais de forte valeur patrimoniale (recensées par exemple dans une Zone Naturelle d'Intérêt Floristique et Faunistique).

> 2.2 Typologie

Dans les cas d'adaptation au contexte local, la typologie utilisée sera compatible avec les typologies existantes (SDAGE, CORINE biotopes, EUNIS) afin d'assurer la cohérence avec le niveau national (IFEN-ONZH). Un tableau de correspondance sera proposé par l'opérateur.

La typologie prendra en compte les limites techniques induites par les référentiels utilisés et les méthodes d'analyses employées. Elle pourra évoluer au cours de l'étude, sur proposition du maître d'ouvrage et / ou du comité de pilotage.

Scénario 1
A minima la typologie SDAGE / SAGE sera utilisée (et / ou autre validée par le comité de pilotage, avec tableau de correspondance).

Scénario 2
la typologie SDAGE / SAGE sera utilisée et complétée par la typologie CORINE biotopes (niveau 3 minimum) ou autre, validée par le comité de pilotage, avec tableau de correspondance.

Remarques

Les remblais seront localisés et identifiés comme zones humides altérées.
Les plans d'eau et les mares seront considérés comme des zones humides.

3 : Les étapes de la démarche

> 3.1 Pré-localisation : collecte des informations et synthèse des documents existants

Scénarii 1 et 2

Rappel

Au-delà des zones humides à fort intérêt patrimonial connues, ce sont aussi tous les autres sites présentant un potentiel vis-à-vis de la ressource en eau et biologique qui intéressent cette étude.

Données

L'opérateur collectera auprès des organismes habituellement concernés les informations et les données existantes (ZNIEFF, Natura 2000, Espaces Naturels Sensibles, arrêtés de biotope, réserves naturelles, SAGE, contrats de rivière, données toponymiques).

Exemples de données :

- Les données existantes sur le territoire : ZNIEFF, Natura 2000, Espaces Naturels Sensibles, arrêtés de biotope, réserves naturelles, SAGE, contrats de rivière, données toponymiques, PPRI, surfaces drainées, zone d'épandage … ;
- Les inventaires et / ou pré-localisations existants (exemple : pré-localisation DIREN) ;
- Les données cartographiques - référentiels : SCAN 25, les plans cadastraux (numérisés ou papiers), orthophotos, Modèle Numérique de Terrain, images satellitaires, BD Carthage (zone tampon)…

Ces données cartographiques sont exploitables à différents niveaux, de façon complémentaire, mais ne peuvent permettre à elles seules la délimitation des zones humides.

Une convention de mise à disposition des données sera mise en place entre le maître d'ouvrage et l'opérateur retenu.

Méthode

L'opérateur analysera le niveau d'information disponible par rapport à celui nécessaire pour satisfaire aux objectifs de la démarche et définira ainsi les compléments à rechercher lors des étapes suivantes. Des dispositions financières supplémentaires seront à la charge de l'opérateur.

Une synthèse commentée, aussi exhaustive que possible, et une validation sanctionnera la fin de cette étape de collecte d'information. Cette synthèse devra définir une méthodologie clairement précisée permettant à partir de l'analyse des données collectées, de localiser les zones humides potentielles sous la forme d'une cartographie.

La méthode employée devra être, en outre, facilement reproductible et extrapolable à un territoire plus vaste. Son caractère évolutif devra également être assuré. Les niveaux d'incertitudes et la fiabilité des résultats obtenus (localisation, surface, typologie,…) devront être également intégrés aux résultats présentés.

Il est conseillé de réaliser des réunions à l'échelle du territoire d'étude associant les élus, les personnes ressources, les associations de protection de la nature, les sociétés de chasse, des représentants du monde agricole et forestier, etc. de manière à confronter la phase de prospection envisagée ou déjà réalisée avec les connaissances locales, de permettre une appropriation de la thématique des zones humides localement. Il participera à la validation de l'inventaire. L'opérateur, via le représentant légal de la commune ou via la Chambre d'Agriculture pourra avertir les propriétaires de la réalisation d'un inventaire des zones humides (passage possible sur les propriétés privées).

Les données seront intégrées sous une forme numérique et géoréférencée, dans un système d'information géographique (compatible MapInfo, ArcView, Géoconcept). Il faudra veiller à ce que les polygones aient des relations strictement topologiques (pas de chevauchement).

Couche SIG « zones humides potentielles » : Id, nom, nom du bassin versant, surface, typologie, degré de fiabilité

Dans le cas du scénario 1 (> 1 / 50 000 ou 1 / 25 000), une phase de prospection de terrain (Cf. critères de la partie 3.2 ci-dessous) correspondant à un échantillonnage doit permettre d'étalonner la méthode de pré-localisation. Dans ce cas il est impératif d'établir un indice de fiabilité (exemple : * 1= fiable, 2 = moins fiable, 3 = douteux, 4 = logique) sur un échantillon représentatif de zones humides d'au moins 10 % de la surface de zonage potentiel.

> 3.2 Inventaire des zones humides effectives (phase terrain)

Scénarii 1 (échantillon) et 2 (systèmatique)

L'identification des zones humides et leur délimitation doivent se faire selon les critères de végétation et de pédologie. La méthodologique préconisée est exposée dans le guide méthodologique ; une autre méthode argumentée pourra être exposée au comité de pilotage.

Remarques

- le nombre de transects pourra être précisé (fourchette basse et haute) ;
- la vérification non systématique de terrain (scénario 1) pourra tout de même s'attacher à faire ressortir quelques grandes caractéristiques du fonctionnement et de la biologie des sites visités.

Les investigations de terrain doivent être réalisées à une période de l'année permettant l'acquisition de données fiables :

- pour l'examen du sol : privilégier la période de fin d'hiver, début printemps ;
- pour la végétation : privilégier la période printemps-été entourant la floraison des principales espèces.

Remarques pour la numérisation (propositions) :

- lorsque le caractère humide est confirmé, il convient de numériser le contour de la parcelle concernée par la zone humide ;
- routes : on exclut l'emprise de la route ;
- haies : lorsqu'une zone humide est bordée par une haie, le contour passe arbitrairement dans l'axe de la haie.

> 3.3 Caractérisation

Scénario 2

Simultanément à la phase de délimitation, l'opérateur établira la caractérisation selon les paramètres identifiés dans le guide méthodologique. Dans tous les cas de figures, les renseignements résultant de la phase terrain devront pouvoir être intégrés dans la base de données de l'IFEN (Tronc commun : inventaire national des zones humides).

OPTION 1

Les grandes lignes seront dégagées et les besoins en investigation complémentaires seront décrits et évalués par l'opérateur (description technique, évaluation du temps de travail, etc.).

Le niveau minimal d'information requis pour chaque zone (chaque zone sera cartographiée) consiste à caractériser les principales fonctions (type de connexion, fréquence de submersion) ainsi qu'identifier les principales espèces végétales et les facteurs d'évolution. Ces éléments d'observation (Cf. annexe fiche de terrain) devront permettre l'intégration des zones humides dans les documents d'urbanisme (Plans Locaux d'Urbanisme, SCOT, carte communale) ainsi que d'identifier les ZHSGE et ZHIEP à l'échelle du bassin versant. L'espace de fonctionnalité devra également être pris en compte.

Un « reportage photographique » sera réalisé pour chaque zone humide recensée dans la base de données. Les photos seront regroupées sur le CD à remettre (description associée à la photo : id, nom de la zone humide, mots clés, date).

Remarque :

- **Associer la couche géographique (couche « zones humides ») et les données attributaires**

OPTION 2

Sur la base d'une expertise poussée (consultation d'expert ou compétences avérées) et cohérente avec les critères exposés dans la fiche terrain (Cf. annexe), il s'agit de caractériser puis d'évaluer les fonctions hydrologiques, écologiques et patrimoniales (les espèces, les habitats, les fonctions de l'habitat), et les facteurs d'évolution de la zone (dégradations, valeurs socio-économiques, les activités, le contexte réglementaire, les mesures de gestion).

Ces éléments d'observation devront permettre l'intégration des zones humides dans les documents d'urbanisme (Plans Locaux d'Urbanisme, SCOT, carte communale), d'identifier les ZHSGE et ZHIEP ainsi que l'espace de fonctionnalité. L'opérateur devra hiérarchiser les enjeux, préconiser des mesures de protection, de gestion, d'entretien et de restauration afin de conserver voire d'optimiser le potentiel biologique de ces sites ou d'augmenter leur fonctionnalité (connexion entre les sites).

L'opérateur pourra localiser sous SIG les espèces végétales et animales rares et / ou protégées ainsi que délimiter les habitats.

Un « reportage photographique » sera réalisé pour chaque zone humide recensée dans la base de données. Les photos seront regroupées sur le CD à remettre (description associée à la photo : id, nom de la zone humide, mots clés, date).

Remarque :

- **L'opérateur pourra associer la ou les couche(s) géographique(s) (« zones humides », « habitat », « végétations », « espèces ») et les données attributaires.**

Au final, une carte de synthèse des zones humides effectives (et efficaces si déterminées), validée par le comité de pilotage, devra faire apparaître un zonage cohérent de zone(s) humide(s) répondant à un secteur homogène justifié du fait du fonctionnement et des habitats rencontrés - physionomie d'habitats (notion de continuité écologique).

Remarque

- Une procédure de réorganisation des données au format IFEN pourra être envisagée, si la base de données résultante n'est pas celle de l'ONZH (cette base de données reste à ce jour, la référence nationale pour les données d'inventaire des zones humides).

4 : Comité de suivi

Dans le cadre du suivi d'inventaire, un comité de suivi a été mis en place réunissant des élus, des administrations, des usagers, des associations et différentes personnes concernées par le sujet.

Chacune des étapes de la mission devra faire l'objet d'une validation devant le comité de suivi « Zones Humides » avant engagement de la suivante. Les réunions seront programmées à la demande du maître d'ouvrage. L'opérateur se chargera des convocations, des documents de travail à fournir, de l'animation et du compte rendu.

Ainsi, l'opérateur prévoit au minimum :

- une réunion au démarrage, pour explication et validation de la méthodologie et du fonctionnement des bases de données à renseigner ;
- deux réunions de travail pour examiner le fruit des investigations et valider la délimitation des zones humides identifiées ainsi que les données relatives suivantes : la délimitation pour le scénario 1 et 2,les fonctionnalités, usages potentialités et projets pour le scénario 2 ;
- réunion de présentation générale au comité de suivi (à adapter suivant les cas). Les remarques émises lors de cette dernière réunion seront intégrées dans le rapport final.

Par ailleurs, l'opérateur participera à autant de réunions de travail qui seront nécessaires au bon déroulement de l'étude.

5 : Compétences requises de l'opérateur

L'opérateur devra justifier sa capacité à développer une double approche fonctionnelle patrimoniale incontournable pour délimiter et caractériser ces milieux.

Scénario 2

Les compétences « botanique » et « pédologique » sont indispensables mais non exclusives. En effet, des capacités d'animation de projet territorial, d'explication et de communication locale sont nécessaires.

6 : Rendus de l'étude

L'opérateur fournira tous les documents de travail nécessaires à l'animation des réunions. A la fin de la mission, et une fois la totalité de la mission validée, il remettra au maître d'ouvrage le rapport définitif :

- un rappel de la méthodologie employée, les limites de l'inventaire réalisé ;
- XX à XX exemplaires papier, avec les cartes au 1/25 000ème (à l'échelle d'un bassin versant) et 1 / 5 000éme (à l'échelle communale) du périmètre d'étude (à adapter) ;
- X exemplaire reproductible papier ;
- X version informatique de tous les fichiers (données cartographiques numériques et géoréférencées, textes, dessins, cartes, photos) composant le rapport ;
- X CD de la base de données, dictionnaire des données relatif aux tables numériques (nom des tables, nom du champ, format, nombre de décimales, longueur, définition et significations pour les champs codés et l'unité pour les champs quantitatifs) ;
- les fiches « zones humides » récapitulant les caractéristiques des sites et de leur environnement. Une synthèse par commune, par bassin versant sera réalisée (carte et informations dans les grandes lignes) accompagnée par les statistiques surfaciques sur le territoire prenant en compte les types de zone humide.

Scénario 2 (Option 2)
Une hiérarchisation de ces zones humides sera présentée en tenant compte des valeurs fonctionnelles et patrimoniales de ces espaces et des pressions auxquelles elles pourraient être soumises. L'opérateur pourra proposer une grille de hiérarchisation qui sera validée par le comité de pilotage.

7 : Propriété de la donnée

Les données recueillies lors de cette étude seront la propriété du maître d'ouvrage (et ainsi que des autres financeurs). A l'issue de ce travail l'opérateur abandonnera tout droit sur ces données et leur réutilisation devra faire l'objet d'une autorisation par le maître d'ouvrage.

8 : Délai de mission

La totalité de la mission devra être achevée XXXXX huit mois après réception de la lettre de commande et au plus tard le XXXXX.

Des pénalités de retard (mentionnées ci-dessus) seront appliquées au coût de la mission en cas de dépassement de ce délai selon les modalités présentées dans le cahier des clauses administratives particulières.

Annexe

Liste des données cartographiques mises à disposition par le maître d'ouvrage.

Tableau de correspondance entre les typologies
(à compléter par l'opérateur si typologie spécifique).

Bases de données
(si différentes de la base de données nationale).

Cahier des clauses administratives.

Objet du marché

Le présent marché a pour objet la localisation et la caractérisation des zones humides sur le territoire du XXXXX. La mission aura lieu de XXXXX à XXXXX.

Titulaire

Le titulaire désignera dès la notification du marché une personne ayant qualité pour le représenter vis à vis du maître d'ouvrage.

Le titulaire notifiera immédiatement au maître d'ouvrage les modifications survenant au cours de l'exécution du marché qui se rapportent aux personnes ayant le pouvoir d'engager l'entreprise et plus généralement toutes les modifications importantes du fonctionnement.

Sous-traitance

Le titulaire peut sous-traiter l'exécution de certaines parties de son marché à condition d'avoir obtenu du maître d'ouvrage l'acceptation de chaque sous-traitant et l'agrément des conditions de paiement de chaque contrat de sous-traitance. A cette fin, le titulaire communiquera la nature des prestations sous-traitées, le nom, la raison ou dénomination sociale et adresse du sous-traitant proposée ainsi que les conditions de paiement prévues.

Prix et modes de règlement

Les prix sont réputés fermes.

Le titulaire remet au parc un décompte, une facture ou un mémoire précisant les sommes auxquelles il prétend du fait de l'exécution du marché et donnant tous les éléments de détermination de ces sommes ; il joint, si nécessaire, les pièces justificatives, notamment les tarifs et barèmes appliqués. Cette remise est opérée après exécution de chaque phase du marché.

Le maître d'ouvrage accepte ou rectifie le décompte, la facture ou le mémoire. Il le complète éventuellement en faisant apparaître les pénalités, les primes et les réfactions imposées.

Le montant de la somme à régler est arrêté par le maître d'ouvrage. Il notifiera au titulaire si le décompte, la facture ou le mémoire a été modifié ou complété. Passé un délai de XXXXX jours à compter de cette notification, le titulaire est réputé, par son silence, avoir accepté ce montant.

Pénalités de retard

Des pénalités de retard conformes à celles décrites dans le cahier des clauses administratives générales applicables aux marchés publics de fournitures courantes et de services.

Formule : P = (V x R) / 1.000, et dans laquelle :

P = le montant de la pénalité ;

V = la valeur des prestations sur laquelle est calculée la pénalité, cette valeur étant égale à la valeur de règlement de la partie des prestations en retard ou de l'ensemble des prestations si le retard d'exécution d'une partie rend l'ensemble inutilisable ;

R = le nombre de jours de retard

Paiement - collectivités publiques

Le délai global de paiement ne pourra excéder 45 jours selon les dispositions des décrets n° 2002-231 et n° 2002-232 du 21 février 2002.

Intérêts moratoires – collectivités publiques

Le défaut de paiement dans les délais prévus par le code des marchés publics (décret n° 2001-210 du 7 mars 2001) fait courir de plein droit, et sans autre formalité, des intérêts moratoires au bénéfice du titulaire ou du sous-traitant payé directement.

Conformément au décret n° 2002-232 du 21 février 2002, le taux des intérêts moratoires est celui de l'intérêt légal en vigueur à la date à laquelle les intérêts moratoires ont commencé à courir, augmenté de deux points.

Durée du marché

Le délai d'exécution aura pour départ la date de signature de l'acte d'engagement, au plus tard le XXXXX.

L'exécution du marché aura pour terme le XXXXX, au-delà des pénalités de retard seront à la charge du titulaire.

Toutefois si le maître d'ouvrage l'estime nécessaire, la durée du marché pourra être modifiée par avenant.

Modalités de réalisation du marché

- *Moyens mises en œuvre*

  Le titulaire du marché a la responsabilité des personnels et moyens mis(es) en œuvre pour exécuter le marché. Il est tenu à une obligation de résultat concernant le respect des clauses techniques et administratives décrites dans les cahiers des charges.

- *Suivi de l'exécution et interlocuteur(s) technique(s)*

  Le suivi de l'exécution sera exercé par :

  - *Maître d'ouvrage, personne référente, coordonnées,…*

- *Validation de la réalisation du marché*

  A l'issue de chaque phase et avant l'envoi de la facture, du décompte ou du mémoire, le titulaire remettra au maître d'ouvrage un compte-rendu précis des prestations réalisées. Une validation des éléments réalisés aura lieu par maître d'ouvrage et le comité de pilotage.

Le comité de pilotage est l'instance de suivi et de validation de chaque phase de la démarche. Le prestataire sera amené à participer aux réunions du comité de pilotage, en fonction des besoins.

Résiliation du marché

Si les prestations ne sont pas exécutées dans des conditions satisfaisantes ou que les prescriptions des cahiers des charges n'étaient pas respectées par le prestataire, le présent marché pourra être résilié par le pouvoir adjudicateur par lettre recommandée avec accusé-réception.

D'autre part, le maître d'ouvrage se réserve la possibilité de résilier le marché pour tout motif d'intérêt général.

L'arrêt du marché pourra être prononcé à tout moment. Cette résiliation ne pourra intervenir cependant qu'après une mise en demeure du titulaire par le pouvoir adjudicateur.

Marais Mode d'emploi

Les guides "Marais mode d'emploi" constituent une nouvelle collection de documents techniques dédiés aux techniciens et opérateurs responsables de la gestion de zones humides.

Ce guide présente, au travers d'un modèle conceptuel (approche Potentielle, Effective, Efficace, d'après Mérot, 2000), les différentes étapes nécessaires à l'inventaire et à la caractérisation des zones humides qui représentent de véritable support de l'expression biologique se traduisant par une diversité élevée et par la présence d'habitats particulièrement importants pour des espèces rares ou menacées. Ces milieux peuvent également jouer un rôle prédominant dans la régulation hydrologique en général.

Connaître ces différents points nécessite de concevoir une approche d'évaluation fonctionnelle et patrimoniale permettant de hiérarchiser les zones humides d'intérêts à préserver et par la suite de définir des plans d'actions cohérents dans une logique d'atteinte du bon état écologique et chimique des eaux qu'instaure la DCE.

Le Forum des Marais Atlantiques a réalisé ce travail de synthèse sur les différentes approches méthodologiques de caractérisation des zones humides avec l'appui des diverses structures opérant dans les zones humides des régions littorales atlantiques et extra-littorales.

Guide édité avec le concours financier de :

Région PAYS DE LA LOIRE

agence de l'eau loire – bretagne

FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES

> Contacts : Forum des Marais Atlantiques
Quai aux Vivres - BP 40214 - 17304 Rochefort Cedex
Tél. : 05 46 87 80 32 - Fax : 05 46 87 69 90
e-mail : fma@forum-marais-atl.com - www.forum-marais-atl.com